



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

**TOR Erzeuger:
Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungs-
anlagen des Typs D**

(Maximalkapazität ≥ 50 MW oder Nennspannung ≥ 110 kV)

Dokumenten-Historie

| Version | Veröffentlichung | Inkrafttreten | verantwortlich | Anmerkungen |
|---------|------------------|---------------|----------------|---|
| 1.0 | 11.7.2019 | 1.8.2019 | 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) |
| 1.1 | 12.12.2019 | 12.12.2019 | E-Control | Richtigstellung Kap. 6.1.3: Entkopplungsstelle sichert Trennung vom Netz |
| 1.2 | 11.04.2022 | 18.04.2022 | E-Control | Korrektur der Verweise, Entfernung des Begriffs „Referenzspannung“ in Kapitel 1, Klarstellung der Basisspannung in der 380-kV-Ebene gemäß Art. 27 Abs. 3 SOGL, Präzisierung für Notstromsysteme, Richtigstellung Rückfallverhältnis, redaktionelle Änderungen |

Die anzuwendenden technischen und organisatorischen Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen (TOR) stehen auf der Website der E-Control (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)
Rudolfsplatz 13a
1010 Wien

Tel: +43 1 24724-0

E-Mail: tor@e-control.at

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Inhaltsverzeichnis | 3 |
| Einleitung | 6 |
| 1 Begriffe und Abkürzungen | 8 |
| 2 Anwendungsbereich | 9 |
| 2.1 Allgemeiner Anwendungsbereich und Ausnahmen | 9 |
| 2.2 Wesentliche Änderung bestehender Stromerzeugungsanlagen | 9 |
| 2.3 Anwendung auf in Industrieanlagen integrierte KWK-Anlagen | 10 |
| 2.4 Anwendung auf Speicher | 11 |
| 2.5 Freistellung von Bestimmungen der RfG-VO bzw. der RfG Anforderungs-V | 11 |
| 3 Bestimmungen, Vorschriften und Verweise | 12 |
| 3.1 Bestimmungen und Vorschriften | 12 |
| 3.2 Verweise auf andere Netzwirkkodizes | 12 |
| 3.3 Normative Verweise | 12 |
| 4 Netzanschlussverfahren und relevante Unterlagen | 14 |
| 4.1 Bestimmung der Maximalkapazität der Stromerzeugungsanlage | 14 |
| 4.2 Netzanschlussantrag | 14 |
| 4.3 Anschlussbeurteilung und -konzept | 15 |
| 4.4 Netzanschlussvertrag | 16 |
| 5 Verhalten der Stromerzeugungsanlage am Netz | 17 |
| 5.1 Anforderungen an die Frequenzhaltung | 17 |
| 5.1.1 Frequenzbereiche | 17 |
| 5.1.2 Frequenzgradienten | 17 |
| 5.1.3 Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz (LFSM-O) | 18 |
| 5.1.4 Wirkleistungsabgabe gemäß Sollwert | 19 |
| 5.1.5 Verringerung der maximalen Wirkleistungsabgabe bei abnehmender Frequenz | 19 |
| 5.1.6 Wirkleistungserhöhung bei Unterfrequenz (LFSM-U) | 21 |
| 5.1.7 Frequenzabhängiger Modus (Frequency Sensitive Mode, FSM) | 23 |
| 5.1.8 Bereitstellung von synthetischer Schwungmasse | 27 |
| 5.2 Anforderungen hinsichtlich Robustheit und dynamischer Netzstützung | 27 |
| 5.2.1 FRT-Fähigkeit (fault ride through) von Stromerzeugungsanlagen | 27 |
| 5.2.2 Wirkstrom- und Blindstromeinspeisung während und nach Netzfehlern | 29 |
| 5.2.3 Stabilität bei Netzpendelungen | 30 |
| 5.3 Anforderungen hinsichtlich statischer Spannungshaltung | 31 |
| 5.3.1 Spannungsbereiche | 31 |
| 5.3.2 Trennung der Stromerzeugungsanlage vom Netz | 32 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.3.3 | Blindleistungskapazität | 32 |
| 5.3.4 | Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung | 34 |
| 5.3.5 | Spannungsregelung synchroner Stromerzeugungsanlagen | 36 |
| 5.3.6 | Spannungsgeführte Wirkleistungsabregelung | 36 |
| 5.4 | Anforderungen hinsichtlich Netzmanagement und Systemschutz | 36 |
| 5.4.1 | Wirkleistungsvorgabe durch den Netzbetreiber | 36 |
| 5.4.2 | Simulationsmodelle und Simulationsparameter | 38 |
| 5.4.3 | Systemschutz | 38 |
| 5.5 | Anforderungen hinsichtlich Synchronisierung und Netzwiederaufbau | 39 |
| 5.5.1 | Synchronisierungsvorrichtungen | 39 |
| 5.5.2 | Zuschaltbedingungen | 39 |
| 5.5.3 | Schwarzstartfähigkeit | 40 |
| 5.5.4 | Inselbetriebsfähigkeit | 40 |
| 5.5.5 | Schnelle Neusynchronisierung | 41 |
| 5.6 | Anforderungen hinsichtlich Datenaustausch | 41 |
| 6 | Ausführung der Anlage und Schutz | 43 |
| 6.1 | Primärtechnik | 43 |
| 6.1.1 | Anschlussanlage und Symmetrie | 43 |
| 6.1.2 | Schaltstelle | 43 |
| 6.1.3 | Entkupplungsstelle | 43 |
| 6.1.4 | Sternpunktbehandlung | 43 |
| 6.2 | Sekundärtechnik | 44 |
| 6.2.1 | Fernsteuerung bzw. fernwirktechnische Schnittstelle | 44 |
| 6.2.2 | Backup-Systeme für Kommunikation | 44 |
| 6.2.3 | Regelsysteme und -einstellungen | 44 |
| 6.2.4 | Messinstrumente | 44 |
| 6.3 | Schutzeinrichtungen und Netzentkupplungsschutz | 45 |
| 6.3.1 | Allgemeines zum Netzentkupplungsschutz | 47 |
| 6.3.2 | Schutzfunktionen der Schutzeinrichtung für die Entkupplungsstelle | 47 |
| 6.3.3 | Einstellwerte für den Netzentkupplungsschutz | 48 |
| 6.3.4 | Prüfklemmleiste | 50 |
| 7 | Betriebserlaubnisverfahren | 51 |
| 7.1 | Erlaubnis zur Zuschaltung | 51 |
| 7.2 | Vorübergehende Betriebserlaubnis | 51 |
| 7.3 | Endgültige Betriebserlaubnis | 52 |
| 7.4 | Beschränkte Betriebserlaubnis | 52 |
| 8 | Konformität | 54 |

| | | |
|--------|--|----|
| 8.1 | Konformitätsnachweis | 54 |
| 8.2 | Konformitätstests und Konformitätssimulationen | 54 |
| 8.3 | Konformitätsüberwachung | 57 |
| 8.3.1 | Verantwortung des Netzbenutzers | 57 |
| 8.3.2 | Aufgaben des relevanten Netzbetreibers | 57 |
| 9 | Betrieb | 58 |
| 9.1 | Allgemeines | 58 |
| 9.2 | Zugang zur Anschlussanlage | 58 |
| 9.3 | Bedienung vor Ort | 58 |
| 9.4 | Instandhaltung | 59 |
| 9.5 | Betrieb bei Instandhaltungen oder Störungen im Netz | 59 |
| 10 | Zählung | 60 |
| 10.1 | Allgemeines | 60 |
| 10.2 | Einrichtungen für Zählung und Messung | 60 |
| Anhang | | 61 |
| A1. | Anwendbarkeit und Umfang des Datenaustauschs | 61 |
| A2. | Funktionsbeispiele Netzentkupplungsschutz | 61 |
| A3. | Einstellwerte für Umrichter an Niederspannungs-Verteilernetzen | 61 |
| A4. | Grundsätzlicher Ablauf des Betriebserlaubnisverfahrens | 62 |
| A5. | Vorlagen für Installations- bzw. Nachweisdokumente | 63 |
| A6. | Beschreibung der Konformitätstests und -simulationen | 67 |
| | Konformitätstests für synchrone Stromerzeugungsanlagen | 67 |
| | Konformitätstests für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen | 69 |
| | Konformitätssimulationen für synchrone Stromerzeugungsanlagen | 73 |
| | Konformitätssimulationen für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen | 75 |
| A7. | Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle | 78 |
| A8. | Informationen und Unterlagen zur Konformitätsüberwachung | 87 |

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 Netzanschlussvertrag¹ im Rahmen von Allgemeinen Vertragsbedingungen für die Betreiber von Verteiler- oder Übertragungsnetzen zwischen Netzbetreiber und Netzbenutzer² vereinbart.

Dieses Dokument enthält technische und organisatorische Mindestanforderungen an Stromerzeugungsanlagen³ 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. [folgt])
- 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 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 Wie-

¹ Netzzugangsverträge gemäß EIWOG 2010 entsprechen dem Netzanschlussvertrag in diesem Teil der TOR

² Der Netzbenutzer übernimmt die Verpflichtungen des Eigentümers einer Gesamteinrichtung 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.

³ bezeichnet eine synchrone oder eine nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage gemäß RfG-VO und entspricht dem Begriff Kraftwerk aus dem EIWOG; eine Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung gemäß RfG-VO umfasst eine oder mehrere synchrone oder nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen, die einen gemeinsamen Netzanschlusspunkt oder mehrere Netzanschlusspunkte haben; im Falle eines gemeinsamen Netzanschlusspunktes entspricht die Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung dem Begriff Kraftwerkspark aus dem EIWOG; synchrone Stromerzeugungsanlagen umfassen alle Bestandteile einer Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung, die im Normalbetrieb untrennbar zusammenarbeiten, wie etwa (separate) Generatoren, die von separaten Gas- und Dampfturbinen derselben Gas- und Dampfanlage angetrieben werden, oder auch separate Generatoren, die von separaten Wasserturbinen aus demselben Stauraum angetrieben werden. Jede solche Gas- und Dampfanlage oder Wasserkraftanlage ist als eine Stromerzeugungsanlage zu betrachten.

dergabe 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.

1 Begriffe und Abkürzungen

Die in diesem Teil der TOR verwendeten Begriffsbestimmungen und -erklärungen sind in der TOR Begriffe gesammelt enthalten.

Die Basisspannung für die *p.u.*-Werte (Spannung für den Referenzwert 1 p.u.) ist für Stromerzeugungsanlagen mit Netzanschlusspunkt⁴ auf der MS- und HS-Ebene die Nennspannung U_n bzw. die vereinbarte Versorgungsspannung U_C , falls im Netzanschlussvertrag vereinbart.

Für die Netzspannungsebene 380 kV entspricht der Referenzwert 1 p.u. 380 kV⁵.

In diesem Teil der TOR werden folgende Abkürzungen verwendet:

| | |
|--------|---|
| AVR | Automatic Voltage Regulator / automatischer Spannungsregler |
| BBE | Beschränkte Betriebserlaubnis |
| EBE | Endgültige Betriebserlaubnis |
| EIWOG | 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 |

⁴ 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 (Übergabestelle). Hinweis: In den Allgemeinen Bedingungen der Netzbetreiber wird der Begriff Netzanschlusspunkt z.T. als Schnittstelle vor Errichtung der Anschlussanlage (technisch geeigneter Anschlusspunkt zum Zeitpunkt des Anschlusskonzepts oder Netzzutrittsvertrags) zur Festlegung des Netzzutrittsentgelts verwendet.

⁵ Gemäß Artikel 27 Abs. 3 der SOGL legt der ÜNB die Basisspannung für die Angabe der Per-Unit-Spannung (p. u.) fest.

2 Anwendungsbereich

2.1 Allgemeiner Anwendungsbereich und Ausnahmen

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 oder ein Angebot für Netzanschluss vom relevanten Netzbetreiber vorliegt.

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

Beim Anschluss von Stromerzeugungsanlagen an ein im Eigentum des Netzbenutzers stehendes synchrones 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 Netzbenutzer⁶ eine begründete schriftliche Erklärung.

Die Bestimmungen dieses Teils der TOR, ausgenommen Kapitel 6.3 „Schutzeinrichtungen und 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 angerechnet⁷;
- Die Anforderungen für Notstromsysteme, welche über ihre Grundfunktionen hinaus kommerziell eingesetzt werden, sind vom relevanten Netzbetreiber im Rahmen dieses Teils der TOR festzulegen.
- 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;

2.2 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 Moder-

⁶ 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.

⁷ Testauflagen hinsichtlich längerer Laufzeiten der Hersteller und Bescheidaufgaben (z.B. Krankenhaus) sind davon nicht betroffen und daraus werden keine Forderungen im Sinne des Netzparallelbetriebs erhoben.

- nisierung 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.

Eine Änderung einer Stromerzeugungsanlage ist im Sinne dieses Teils der TOR dann wesentlich, wenn durch die Änderung die elektrischen Eigenschaften der Stromerzeugungsanlage bzw. des Anschlusses der Anlage an das Netz vom im Netzanschlussvertrag vereinbarten Stand abweichen und diese Änderung den Netzbetrieb maßgeblich beeinflussen kann.

Wesentliche Änderungen können z.B. sein:

- Erhöhung der Maximalkapazität P_{max} einer Stromerzeugungseinheit um mehr als 15 %, wobei der Netzbetreiber 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 Netzbetreibers.

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

Für diese erneuerten, verstärkten oder zugebauten Stromerzeugungseinheiten muss auch der Regler der gesamten Stromerzeugungsanlage (Anlagenregler bzw. Parkregler) 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 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.

2.3 Anwendung auf in Industrieanlagen integrierte KWK-Anlagen

Hinsichtlich Stromerzeugungsanlagen, die in die Netze von Industrieanlagen integriert sind, können die Netzbetreiber, 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.

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

2.4 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.

2.5 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 veröffentlicht.

3 Bestimmungen, Vorschriften und Verweise

3.1 Bestimmungen und Vorschriften

Für die Errichtung und den Betrieb der Stromerzeugungsanlage als elektrische Anlage sind insbesondere einzuhalten (jeweils in der gültigen Fassung):

- Elektrotechnikgesetz 1992 (ETG 1992);
- Elektrotechnikverordnung 2002 mit allen darin enthaltenen Normen (ETV 2002);
- Elektroschutzverordnung 2012 (ESV 2012);
- Elektromagnetische Verträglichkeitsverordnung 2015 (EMV-V 2015);
- Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010 (EIWOG 2010);
- Gewerbeordnung 1994 (GewO 1994)
- ArbeitnehmerInnenschutzgesetz 1994 (ASG 1994);

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 (d.s. Stromerzeugungsanlagen vom Typ B, C und D, Bereitsteller von Redispatch oder Anbieter von Wirkleistungsreserven) nach Art 2 Abs 1 der Verordnung (EU) 2017/1485 zur Festlegung einer Leitlinie für den Übertragungsnetzbetrieb (System Operation Guideline, SO GL) gelten, bestehen besondere Verpflichtungen - insbesondere zur Informationsübermittlung.

Für ausgewählte (auch bestehende) Stromerzeugungsanlagen, die als signifikante Netznutzer (d.s. Stromerzeugungsanlagen vom Typ B, C und D, Regelreserveanbieter, Anbieter von Redispatch sowie Anbieter von Wirkleistungsreserven) 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 oder der Bemessungsleistung (Nennleistung)⁸ der Stromerzeugungsanlage.

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

Bei einer Kombination von einer oder mehreren Stromerzeugungseinheiten bzw. elektrischen Energiespeichern und entsprechender Regelungstechnik ist diese immer in ihrer Gesamtwirkung zu betrachten: Die Maximalkapazität entspricht der maximalen Bemessungsleistung der Gesamtanordnung, wie sie gemäß dem vom Netzbenutzer vorgesehenen Betriebskonzept der Anlage des Netzbenutzers am Netzanschlusspunkt wirksam werden kann (netzwirksame Bemessungsleistung).⁹

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 einen Netzanschlussantrag beim relevanten Netzbetreiber mit zumindest 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;
- Lageplan (falls für Planung des Netzbetreibers notwendig)
- Gewünschter Beginn der Einspeisung;
- Höchstleistung in kW, die den tatsächlichen Kapazitätsbedürfnissen des Netzbenutzers entspricht (z.B. Engpassleistung, netzwirksame Bemessungsleistung);
- Anzahl und Lage der Zählerplätze (falls bekannt)
- Anlagen- und Betriebsart (z.B. Photovoltaikanlage, Kleinwasserkraftwerk, Erdgas-BHKW, Voll- oder Überschusseinspeisung)
- Prognostizierte Jahresenergiemenge in kWh
- bei gemeinschaftlichen Stromerzeugungsanlagen sind die Informationen gem. EIWOG 2010 (§ 16a etc.) zu übermitteln;
- geplante Betriebsweise der Stromerzeugungsanlage;

Projektpläne und technische Unterlagen, je nach Anforderung des Netzbetreibers und sofern zu diesem Zeitpunkt bereits verfügbar, z. B.:

- einpolige Darstellung der elektrischen Einrichtungen und Angaben über die technischen Daten der eingesetzten Betriebsmittel;
- Nennstrom der Stromerzeugungsanlage oder Nennscheinleistung;

⁸ 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.

⁹ Die Leistung netzparallel betriebener elektrischer Energiespeicher, die gemäß Betriebskonzept so konfiguriert sind, dass sie nie ins Netz einspeisen können, sind bei der netzwirksamen Bemessungsleistung nicht zu berücksichtigen und als Kleinsterzeugungsanlagen zu behandeln.

- Maximalstrom im Kurzschlussfall (Kurzschlussstrombeitrag¹⁰);
- Beschreibung des vorgesehenen Schutzkonzeptes mit Angaben über Schutzfunktionen und Einstellwerte.

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 (Anschlusszusage) oder ein Angebot für den Netzanschluss.

Das Anschlusskonzept enthält beispielsweise

- Art, Zahl und Lage der Teile der Anschlussanlage;
- den technisch geeigneten Anschlusspunkt (Netzebene) und die Zählpunktsbezeichnung¹¹;
- den Netzanschlusspunkt (Übergabestelle);
- 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 Hochspannungsnetzen die örtlich übliche Betriebsspannung gem. TOR Systemschutzplan und die zu erwartende niedrigste und höchste Versorgungsspannung¹².
- in Mittel- und Hochspannungsnetzen die zu erwartende minimale und maximale dreipolige (Netz)Kurzschlussleistung sowie den für das ordnungsgemäße Funktionieren der Schutzeinrichtungen erforderlichen Kurzschlussstrombeitrag der Stromerzeugungsanlage;
- 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 an diesem Netzanschlusspunkt mögliche Maximalkapazität sowie technische Alternativen für die Einspeisung der beantragten Höchstleistung in kW vor. Diese können z.B. sein:

¹⁰ durch den Betrieb einer Stromerzeugungsanlage wird der Netzkurzschlussstrom, insbesondere in der Umgebung des Netzanschlusspunktes, um den Kurzschlussstrom der Stromerzeugungsanlage erhöht. Eine ausreichende Kurzschlussleistung ist Basis für einen sicheren Netzbetrieb (Stabilität) und für ein sicheres Funktionieren der Schutzeinrichtungen und maßgeblich für die Dämpfung von Netzurückwirkungen. Alle Stromerzeugungsanlagen haben zur ausreichenden Sicherstellung der Kurzschlussleistung im Netz einen solidarischen Beitrag zu leisten.

¹¹ diese kann nach dem Netzanschlussantrag des (zukünftigen) Netzbetreibers vom Netzbetreiber auch vorab mitgeteilt werden

¹² in Anlehnung an ÖVE/ÖNORM EN 50160

- Beschränkung der netzwirksamen Bemessungsleistung durch ein angepasstes Betriebs- bzw. Regelungskonzept des Netzbenutzers;
- anderer Netzanschlusspunkt mit höherer (Netz-)Kurzschlussleistung S_{kV} ;
- Spannungsregelung durch netztechnische Betriebsmittel;
- 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, sowie erforderlichenfalls weiteren betroffenen Netzbenutzern, geeignete Maßnahmen (z.B. Kurzschlussstrombegrenzung, Anlagenverstärkung) zu vereinbaren.

4.4 Netzanschlussvertrag

Das Anschlusskonzept unterliegt hinsichtlich der Gültigkeit grundsätzlich einer zu vereinbarenden zeitlichen Frist, beginnend ab dem Zeitpunkt der Übermittlung durch den Netzbetreiber (unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Dauer eines Genehmigungsverfahrens, zumindest jedoch 6 Monate).

Im Netzanschlussvertrag werden beispielsweise folgende Aspekte des Parallelbetriebes zwischen Netzbetreiber und Netzbenutzer vereinbart:

- Betriebsweise der Stromerzeugungsanlage;
- Angaben zur notwendigen Mess-, Zähl- und Informationstechnik bzw. Kommunikationsschnittstellen;
- Schutzkonzept;
- Angaben zur Sternpunktbehandlung;
- Leistungsvorgabe durch den Netzbetreiber und Angaben zur fernwirktechnischen Schnittstelle;
- Einbindung in das Konzept der Spannungsregelung;
- Beteiligung an der Erbringung von Systemdienstleistungen im Sinne der ER-VO;
- Beteiligung an frequenz- und spannungsabhängigen Maßnahmen zur Vermeidung oder Begrenzung von Großstörungen bzw. zur Verminderung ihrer Auswirkungen;
- Zuschaltbedingungen.

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 Netzbetreiber 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 ¹³ |
| 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 (**Generatorschutz oder Netzentkupplungsschutz**) in Folge des Frequenzgradienten verursacht wurde.

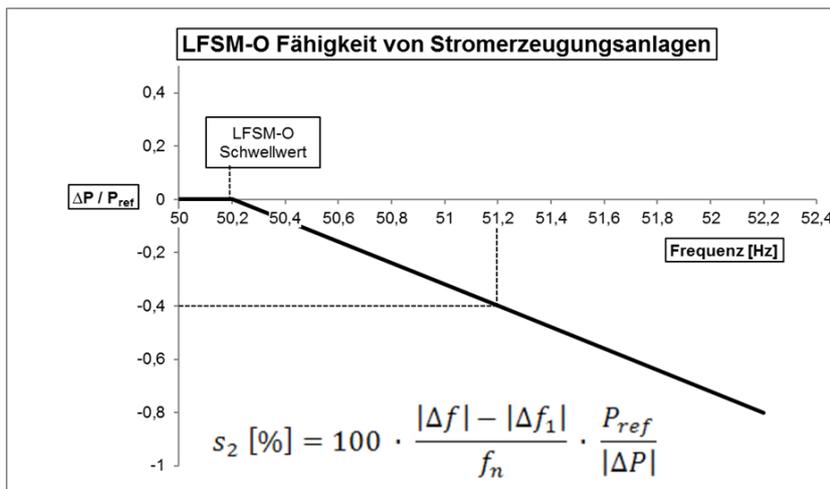
Eine Frequenzgradienten-getriggerte Schutzfunktion ist in Kapitel 6.3 „Schutzeinrichtungen und Netzentkupplungsschutz“ grundsätzlich nicht vorgesehen. Der relevante Netzbetreiber kann unter bestimmten Umständen verlangen, dass eine Frequenzgradienten-getriggerte Schutzfunktion vorzusehen ist.

¹³ sollte dieser Zeitraum unter Berücksichtigung der Merkmale der Hauptantriebstechnologie der Stromerzeugungsanlage nicht möglich sein, der längstmögliche Zeitraum, zumindest jedoch 60 Minuten

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

5.1.3 Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz (LFSM-O)

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



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

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

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 nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen der tatsächlichen Wirkleistungsabgabe zum Zeitpunkt t der Erreichung des Frequenzschwellenwerts; ΔP ist die Änderung der Wirkleistungsabgabe der Stromerzeugungsanlage zum Zeitpunkt $t+1$ gegenüber t ; f_n ist die Nennfrequenz (50 Hz) des Netzes; Δf ist die Frequenzabweichung im Netz zum Zeitpunkt $t+1$ in Hz; Δf_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 Δf über Δf_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 ≤ 10 mHz sein. Das Toleranzband um den stationären Endwert der Regelgröße des LFSM-O-Modus beträgt ± 5 % der Nennleistung der Stromerzeugungsanlage.

Die Stromerzeugungsanlage muss die frequenzabhängige Anpassung der Wirkleistungsabgabe nach einer möglichst kurzen anfänglichen Zeitverzögerung ($T_{\text{Verzögerung}}$) aktivieren können. Beträgt diese Zeitverzögerung mehr als zwei Sekunden, muss der Netzbetreiber die Verzögerung unter Vorlage technischer Nachweise gegenüber dem relevanten ÜNB begründen. Eine allenfalls parametrierbare künstliche Verzögerungszeit muss deaktiviert oder auf 0 s eingestellt werden.

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.

Für synchrone Stromerzeugungsanlagen (inklusive Pumpspeicherkraftwerke) sind die Regelzeiten (An- und Einschwingzeit) im LFSM-O-Modus unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten der Stromerzeugungsanlage mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

Für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen werden folgende Regelzeiten (An- und Einschwingzeit) im LFSM-O-Modus empfohlen:

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

$$T_E \leq 20 \text{ s}$$

$$T_{\text{Verzögerung}} \ll T_A$$

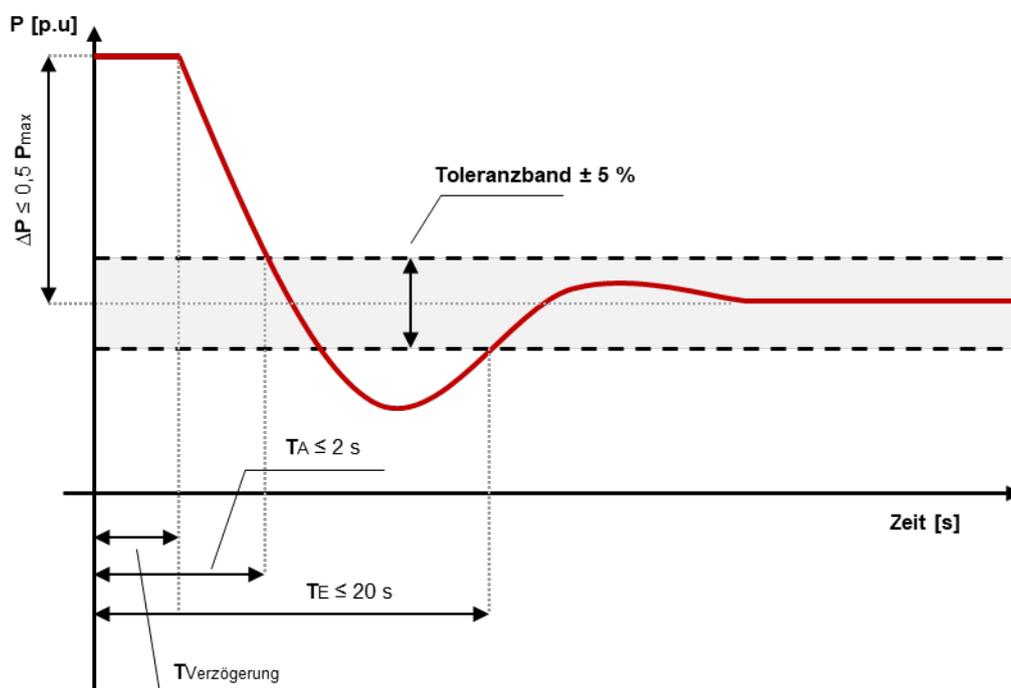


Abbildung 2: Beispiel für Anschwing- und Einschwingzeiten nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen im LFSM-O-Modus

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; Die Anschwingzeit umfasst auch die Zeit des Erkennens der Regelabweichung; T_E ist die Einschwingzeit in s, die benötigt wird, bis die Regelgröße dauerhaft im Toleranzband um den stationären Endwert verbleibt, $T_{\text{Verzögerung}}$ ist die Verzögerungszeit in s.

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.

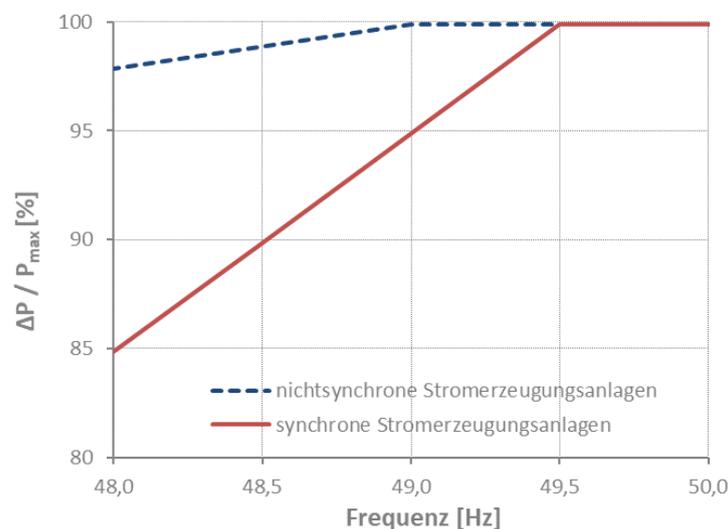


Abbildung 3: Zulässige Verringerung der maximalen Wirkleistungsabgabe bei abnehmender Frequenz

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

Eine Stromerzeugungsanlage darf bei einem Frequenzverlauf im Bereich zwischen 50 Hz und der stark gezeichneten Linie in Abbildung 4 ihre Wirkleistungsabgabe nicht verringern, auch wenn sie mit Maximalkapazität betrieben wird. Ein kurzzeitiges Unterschwingen der Frequenz unter 48,0 Hz darf zu keiner Leistungsreduktion der Stromerzeugungsanlage führen, damit die Stufen der automatischen Lastanpassung eine effiziente Lastangleichung bringen können.

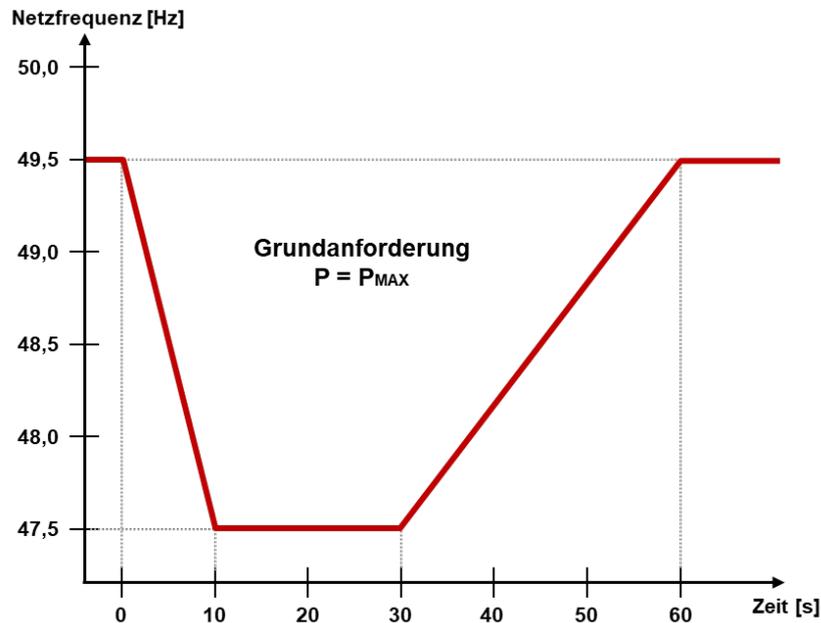


Abbildung 4: Zu garantierende Abgabeleistung einer Stromerzeugungsanlage an das Netz mit Nennspannung ≥ 110 kV im dynamischen Kurzzeitbereich

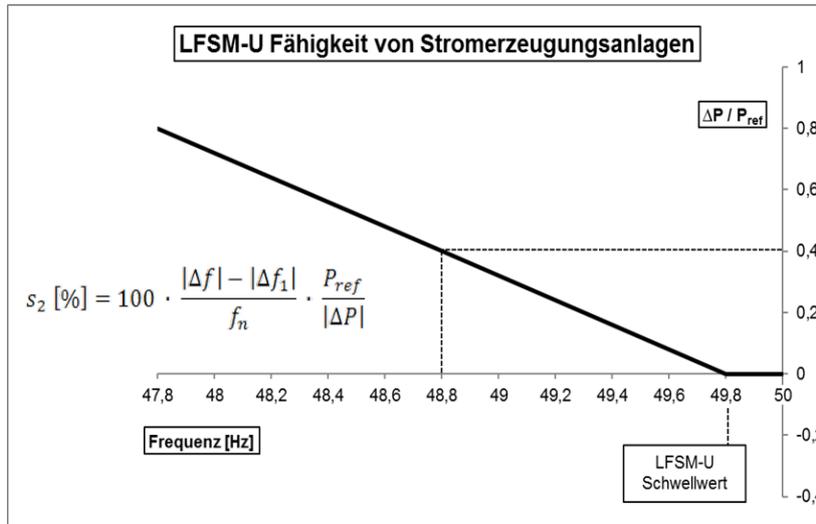
5.1.6 Wirkleistungserhöhung bei Unterfrequenz (LFSM-U)

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 5;
- ii. bei der tatsächlichen Durchführung der Wirkleistungsanpassung im LFSM-U-Modus ist Folgendes zu berücksichtigen¹⁴:
 - die Umgebungsbedingungen zum Zeitpunkt der Anpassung;
 - die Betriebsbedingungen der Stromerzeugungsanlage, insbesondere Beschränkungen für den Betrieb nahe der Maximalkapazität 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 Netzbetreiber dies gegenüber dem relevanten ÜNB begründen; Eine allenfalls parametrierbare künstliche Verzögerungszeit muss deaktiviert oder auf 0 s eingestellt werden.
- iv. im LFSM-U-Modus muss die Stromerzeugungsanlage in der Lage sein, ihre Leistung bis zur Maximalkapazität zu erhöhen;

¹⁴ Die Wirkleistungsanpassung ist nur im Rahmen der technischen und betrieblichen Möglichkeiten der Stromerzeugungsanlage vorgesehen (z.B. wenn die Wirkleistung aus Marktgründen reduziert wurde und der entsprechende Primärenergieträger verfügbar ist). Eine permanente Leistungsvorhaltung für den LFSM-U-Modus ist nicht erforderlich.

- 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 5: 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; ΔP ist die Änderung der Wirkleistungsabgabe der Stromerzeugungsanlage zum Zeitpunkt $t+1$ gegenüber t ; f_n ist die Nennfrequenz (50 Hz) des Netzes; Δf ist die Frequenzabweichung im Netz zum Zeitpunkt $t+1$ in Hz (bei Unterfrequenzen, bei denen Δf unter Δf_1 liegt, muss die Stromerzeugungsanlage in Abhängigkeit von der Statik s_2 ihre Wirkleistungsabgabe erhöhen); Δf_1 ist die Frequenzabweichung im Netz zum Zeitpunkt t in Hz und s_2 ist die Statik des LFSM-U-Modus in %.

Die Auflösung der Frequenzmessung muss ≤ 10 mHz sein. Das Toleranzband um den stationären Endwert der Regelgröße des LFSM-U-Modus beträgt ± 5 % der Nennleistung der Stromerzeugungsanlage.

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) unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten der Stromerzeugungsanlage mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

Für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen (mit Ausnahme von Windenergieanlagen) werden folgende Regelzeiten empfohlen:

- $T_A \leq 10$ s für eine Wirkleistungserhöhung von 50 % P_{max} ;
- T_E wird unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten der Stromerzeugungsanlage mit dem relevanten Netzbetreiber abgestimmt;
- $T_{\text{Verzögerung}} \ll T_A$

Folgende Regelzeiten werden für Windenergieanlagen empfohlen:

- $T_A \leq 5$ s für eine Wirkleistungserhöhung von 20 % P_{max} , sofern die Momentanleistung bei Aktivierung des LFSM-U Modus ≥ 50 % P_{max} beträgt; 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 unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten der Stromerzeugungsanlage mit dem relevanten Netzbetreiber abgestimmt.
- $T_{\text{Verzögerung}} \ll T_A$

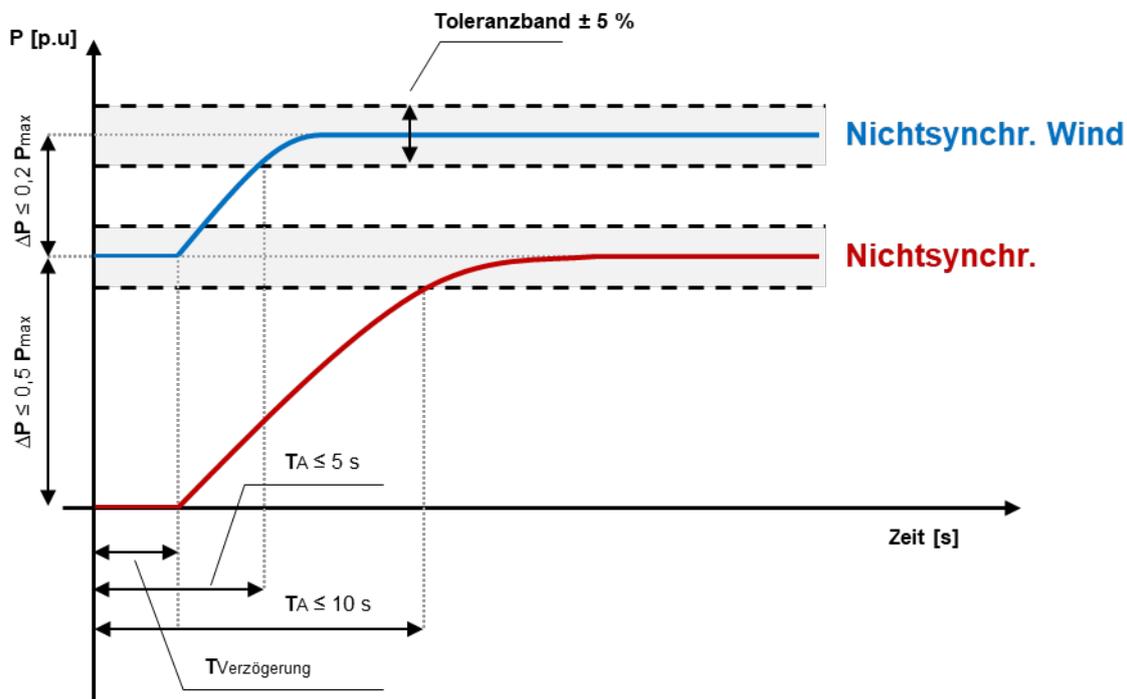


Abbildung 6: Beispiel für Anschlagzeiten nicht-synchroner Stromerzeugungsanlagen im LFSM-U Modus

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; die Anschlagzeit umfasst auch die Zeit des Erkennens der Regelabweichung; T_E ist die Zeit in s, die benötigt wird, bis die Regelgröße dauerhaft im Toleranzband $\pm 5\%$ 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 dem relevanten Übertragungsnetzbetreiber in Abstimmung mit dem relevanten Netzbetreiber und Netzbenutzer vereinbart werden.

Es gelten folgende Anforderungen kumulativ bei Betrieb im frequenzabhängigen Modus¹⁵:

- 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 Beschrän-

¹⁵ 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.

kungen für den Betrieb nahe der Maximalkapazität bei Unterfrequenzen gemäß Kapitel 5.1.5 "Verringerung der maximalen Wirkleistungsabgabe bei abnehmender Frequenz" und den verfügbaren Primärenergiequellen;

| 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 Statik s_1 | einstellbar zwischen 0 und 200 mHz; bei der Erbringung von Primärregelreserve sind die aktuell gültigen Präqualifikationsbedingungen für Primärregelreserve des relevanten ÜNB zu berücksichtigen. einstellbar ab 2 % |

Tabelle 2: Parameter für die frequenzabhängige Wirkleistungsanpassung

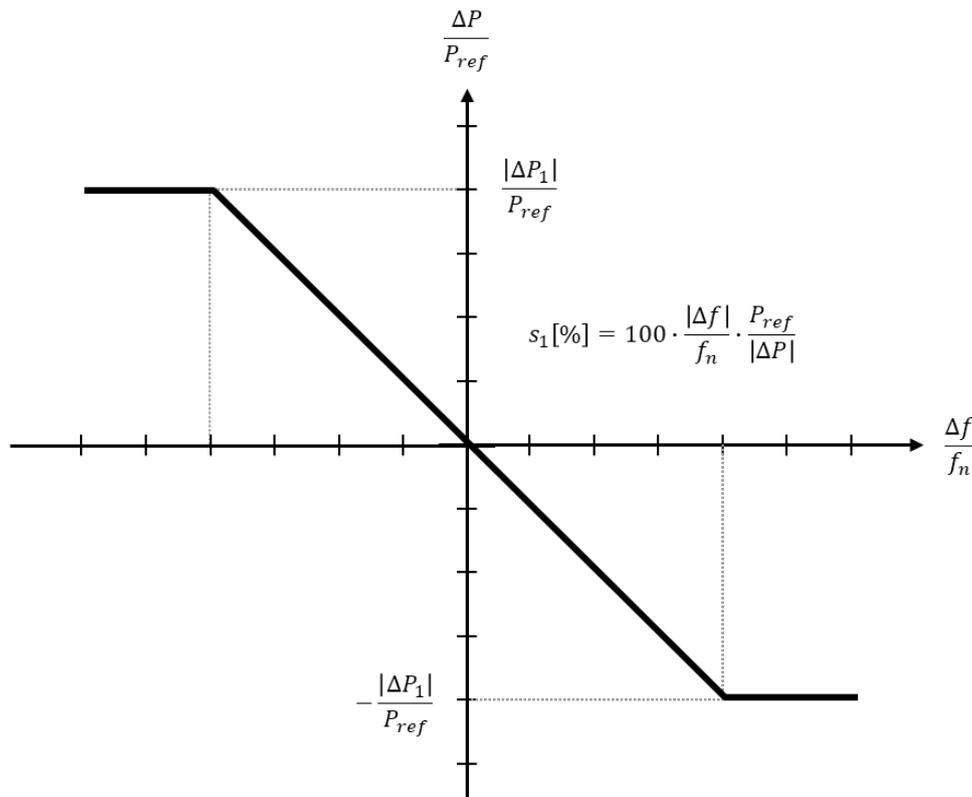


Abbildung 7: Fähigkeit der Stromerzeugungsanlage zur frequenzabhängigen Anpassung ihrer Wirkleistungsabgabe im FSM (ohne Totband und Unempfindlichkeit der frequenzabhängigen Reaktion)

P_{ref} ist die Referenzwirkleistung und entspricht der Maximalkapazität P_{max} ; s_1 ist die Statik der frequenzabhängigen Reaktion; ΔP ist die Änderung der Wirkleistungsabgabe der Stromerzeugungsanlage; f_n ist die Nennfrequenz (50 Hz) des Netzes und Δf 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 Abbildung 8 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 (**nichtsynchroner Stromerzeugungsanlagen**) 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;

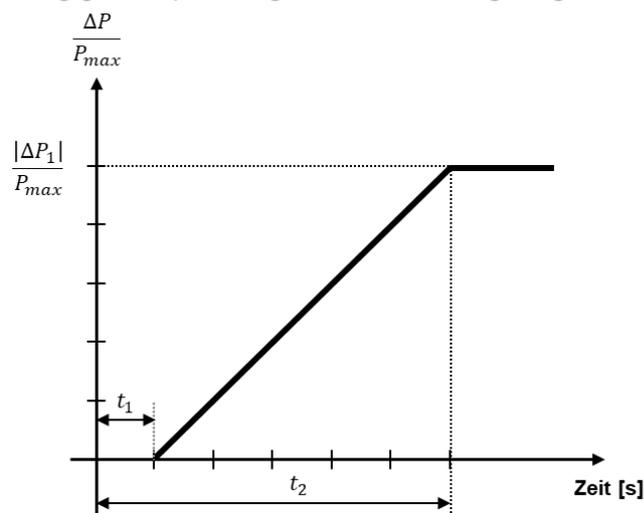


Abbildung 8: Fähigkeit zur frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe

P_{max} ist die Maximalkapazität, auf die sich ΔP bezieht; ΔP ist die Änderung der Wirkleistungsabgabe der Stromerzeugungsanlage; die Stromerzeugungsanlage muss zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 die Wirkleistungsänderung ΔP bis zum Punkt ΔP_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 (nichtsynchroner Stromerzeugungsanlagen) maximal zulässige anfängliche Verzögerung t_1 , soweit nicht gemäß Ziffer iv ein anderer Wert gerechtfertigt ist | 0,5 Sekunden |
| Maximaler Zeitraum bis zur vollständigen Aktivierung t_2 , soweit der relevante ÜNB nicht aus Gründen der Systemstabilität einen längeren Aktivierungszeitraum gestattet | 30 Sekunden |

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.

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 Aufzeichnungsgeräten 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 ist nicht verpflichtend, kann aber 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 Übertragungs- oder im Verteilnetz) aufgetreten sind. Diese Fähigkeit entspricht einem Spannungs-Zeit-Profil am Netzanschlusspunkt, das für Fehlerbedingungen festgelegt 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 11 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.

Folgende FRT-Profile gelten für Stromerzeugungsanlagen, die unterhalb der 110 kV-Ebene an das Netz angeschlossen sind:

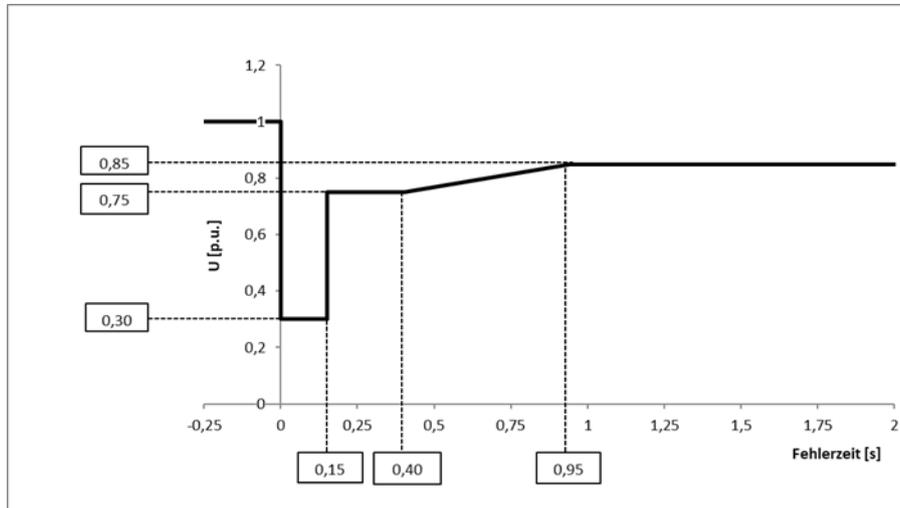


Abbildung 9: FRT-Profil synchroner Stromerzeugungsanlagen

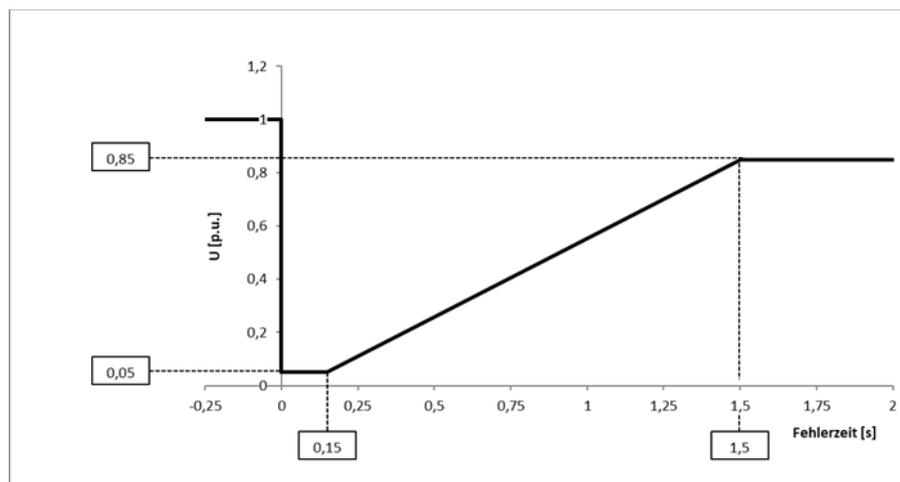


Abbildung 10: FRT-Profil nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen

Folgende FRT-Profile gelten für Stromerzeugungsanlagen, die auf oder oberhalb der 110 kV-Ebene an das Netz angeschlossen sind:

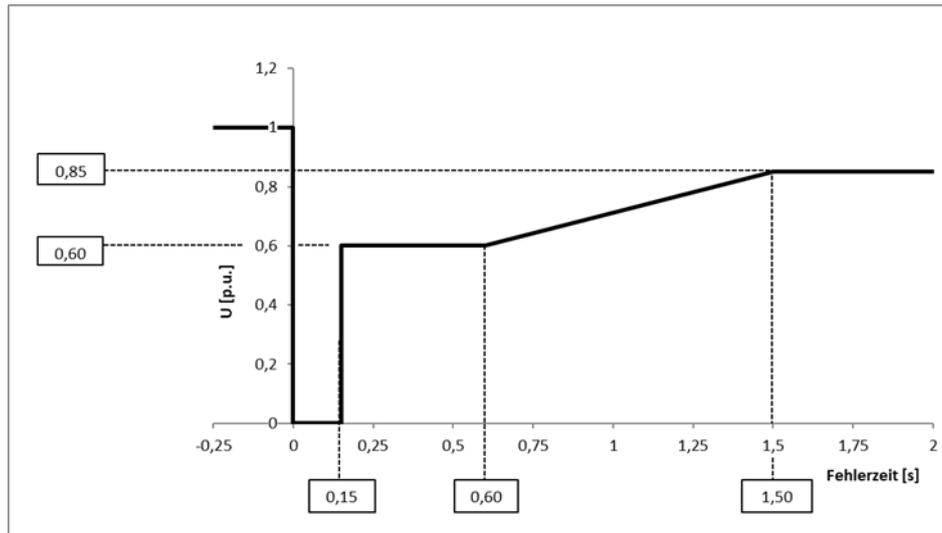


Abbildung 11: FRT-Profil synchroner Stromerzeugungsanlagen

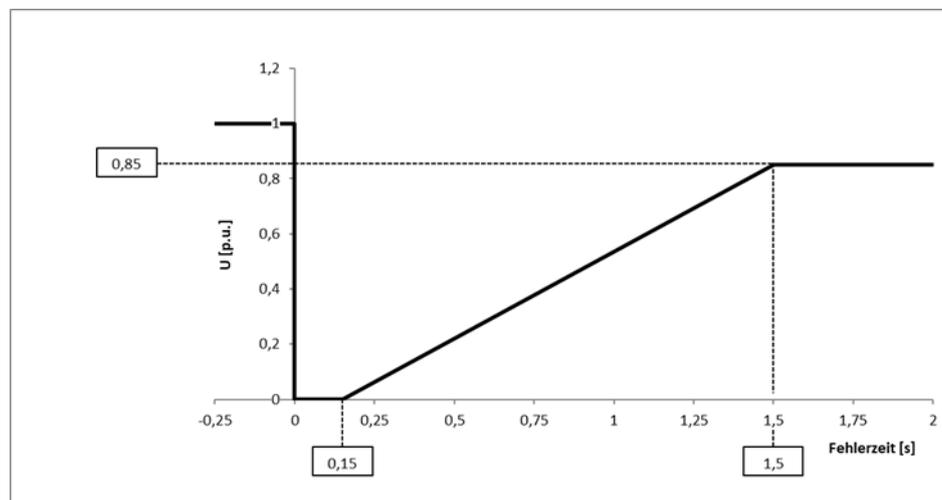


Abbildung 12: FRT-Profil nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen

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 und Netzentkopplungsschutz“ 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.

Nichtsynchrone 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 Spannungsänderung¹⁶ 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.

Für nachfolgende Formel wird das Verbraucher-Zählpeilsystem verwendet.

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

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

Δi_{B1} ...zusätzlicher Blindstrom im Mitsystem

Δi_{B2} ...zusätzlicher Blindstrom im Gegensystem

Δu_1 ... Änderung der Mitsystemspannung

Δu_2 ... Änderung der Gegensystemspannung

k ...Verstärkungsfaktor ($2 \leq k \leq 6$), einstellbar in Schritten von 0,5 (ausgenommen Stromerzeugungsanlagen mit direkt gekoppelten Asynchrongeneratoren¹⁷ bei asymmetrischen Fehlern);

Nach Fehlerende¹⁸ erfolgt der Übergang von der dynamischen Blindstromstützung zur statischen Spannungshaltung. Der Übergang sollte kontinuierlich und nicht sprunghaft erfolgen. Nichtsynchrone 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 Leistungsabgabe 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. 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,

¹⁶ 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 ohne Amplitudenänderung führen nicht zu Spannungsänderungen im Mit-/Gegensystem, bzw. das Mit-/Gegensystem ist bei Unstetigkeiten nicht definiert

¹⁷ Doppelt gespeiste Asynchrongeneratoren sind am Ständer auch direkt mit dem Netz gekoppelt.

¹⁸ Zeitpunkt des Wiedereintritts der Netzspannung nach Fehlerklärung in das zulässige Spannungsband gem. ÖVE/ÖNORM EN 50160

- 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 am Netzanschlusspunkt 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. | 180 Sekunden |
| 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

| Spannungsbereich | Mindestzeitraum |
|------------------------|-----------------|
| 0,85 p.u. – 0,9 p.u. | 60 Minuten |
| 0,9 p.u. – 1,118 p.u. | unbegrenzt |
| 1,118 p.u. – 1,15 p.u. | 30 Minuten |

Tabelle 5: Mindestzeiträume, in denen eine Stromerzeugungsanlage in der Lage sein muss, bei Abweichungen der Spannung am Netzanschlusspunkt vom Referenzwert 1 p.u. ohne Trennung vom Netz zu arbeiten, wenn die Basisspannung für die p.u.-Werte zwischen 110 kV und 300 kV liegt

| Spannungsbereich | Mindestzeitraum |
|----------------------|-----------------|
| 0,85 p.u. – 0,9 p.u. | 60 Minuten |
| 0,9 p.u. – 1,05 p.u. | unbegrenzt |
| 1,05 p.u. – 1,1 p.u. | 30 Minuten |

Tabelle 6: Mindestzeiträume, in denen eine Stromerzeugungsanlage in der Lage sein muss, bei Abweichungen der Spannung am Netzanschlusspunkt vom Referenzwert 1 p.u. ohne Trennung vom Netz zu arbeiten, wenn die Basisspannung für die p.u.-Werte zwischen 300 kV und 400 kV liegt

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

Der relevante Netzbetreiber und der Netzbenutzer können in Abstimmung mit dem relevanten ÜNB breitere Spannungsbereiche oder längere Mindestzeiträume für den Betrieb vereinbaren. Sind breitere Spannungsbereiche oder längere Mindestzeiträume wirtschaftlich und technisch möglich, darf der Netzbenutzer seine Zustimmung nicht ohne triftigen Grund verweigern.

5.3.2 Trennung der Stromerzeugungsanlage vom Netz

Unbeschadet Kapitel 5.3.1 „Spannungsbereiche“ kann der relevante Netzbetreiber in Abstimmung mit dem relevanten ÜNB Spannungen am Netzanschlusspunkt bestimmen, bei denen eine Stromerzeugungsanlage in der Lage sein muss, sich automatisch vom Netz zu trennen. Die Bestimmungen und Einstellungen für eine solche automatische Trennung werden zwischen dem relevanten Netzbetreiber und dem Netzbenutzer vereinbart.

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 Erzeugerzählpfeilsystem EZS¹⁹ verwendet.

5.3.3.1 Blindleistungskapazität bei Nennscheinleistung bzw. Maximalkapazität

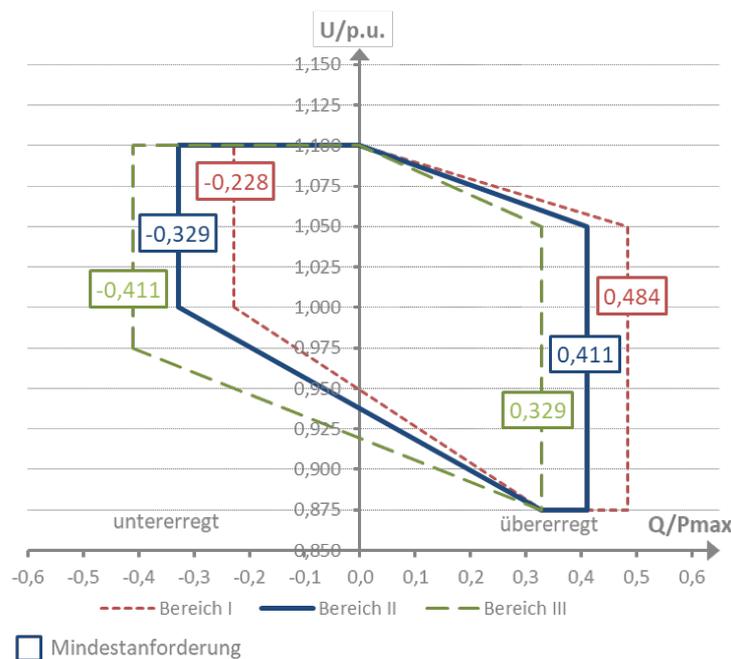


Abbildung 13: Blindleistungsbereiche synchroner und nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen bei Maximalkapazität

U ist die Betriebsspannung; 1 p.u. ist ihr Referenzwert; Q ist die Blindleistung der Stromerzeugungsanlage in var und P_{max} ist die Maximalkapazität der Stromerzeugungsanlage in W.

¹⁹ 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

| Blindleistungsbereich | Q/P_{max} (bei 1 p.u.) | Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$ |
|-----------------------|----------------------------|--|
| Bereich I | - 0,228 bis + 0,484 | 0,975 untererregt bis 0,9 übererregt |
| Bereich II | - 0,329 bis + 0,411 | 0,95 untererregt bis 0,925 übererregt |
| Bereich III | -0,411 bis + 0,329 | 0,925 untererregt bis 0,95 übererregt |

Tabelle 7: Blindleistungsbereiche synchroner und nichtsynchrone Stromezeugungsanlagen 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 $Q/P_{max} > 0$ und $U/p.u. < 0,875$ (übererregter Betrieb und Unterspannung) sowie $Q/P_{max} < 0$ und $U/p.u. > 1,1$ (untererregter Betrieb und Überspannung) soll die Stromezeugungsanlage nach Können und Vermögen weiterhin spannungstützend wirken und erforderlichenfalls ihre Betriebsweise gemäß den Vorgaben der TOR Systemschutzplan anpassen.

5.3.3.2 Blindleistungskapazität unterhalb der Nennscheinleistung bzw. Maximalkapazität

Synchrone Stromezeugungsanlagen, die mit einer Wirkleistungsabgabe unterhalb der Maximalkapazität ($P < P_{max}$) arbeiten, müssen in der Lage sein, in jedem möglichen Betriebspunkt innerhalb 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 Stromezeugungsanlage vollständig entsprechen, wobei der Eigenbedarf sowie die Wirk- und Blindleistungsverluste eines etwaigen Netztransformators zu berücksichtigen sind Die Grundausslegung soll dabei nach Abbildung 14 wie bei nichtsynchrone Stromezeugungsanlagen erfolgen.

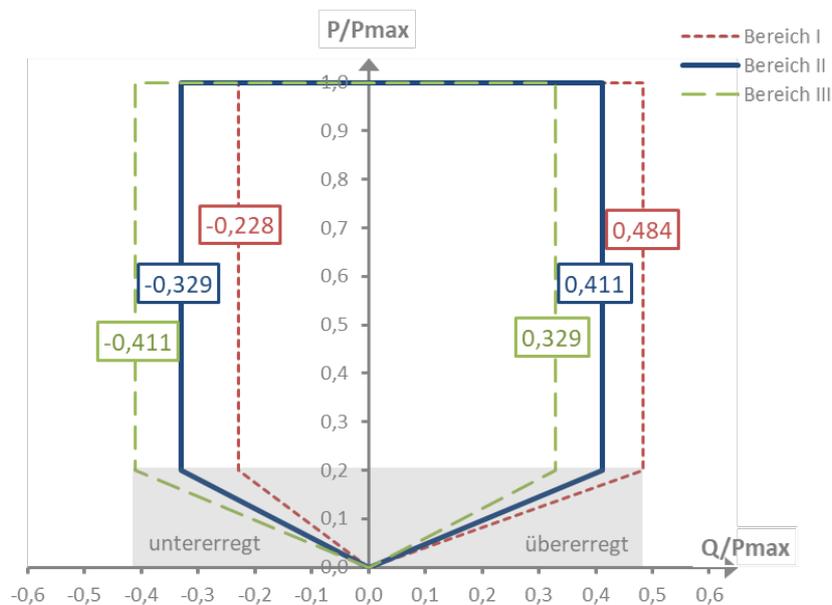


Abbildung 14: Blindleistungsbereiche nichtsynchrone Stromezeugungsanlagen unterhalb der Maximalkapazität

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

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 fix²⁰.

Der Netzbetreiber kann feste Werte im Rahmen einer zeitlichen Staffelung vorschreiben, wobei deren Parametrierung zwischen dem Netzbetreiber und dem Netzbetreiber vereinbart wird.

Der Netzbetreiber kann auch feste 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 $\cos \varphi = 1$ und eine feste Blindleistung Q fix = 0.

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

²⁰ Ist nur in regional begründeten Fällen und in vollem Ausmaß unterhalb der Maximalkapazität zeitlich eingeschränkt vorgesehen.

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 Leistungsfaktors²¹ 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 Spannungswert 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 Spannungswert entspricht;
- iii. der Sollwert kann mit oder ohne Totband in einem wählbaren Bereich von null bis ± 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 einzustellen, 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

²¹ Der Betrag des Verschiebungsfaktors $\cos \varphi$ entspricht dann dem Leistungsfaktor, wenn nur eine sinusförmige Grundschwingung vorliegt.

- 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 folgende Anforderungen hinsichtlich der Spannungshaltung erfüllen:

- a) Die Parameter und Einstellungen der Bestandteile des Spannungsregelungssystems werden zwischen dem Netzbenutzer und dem relevanten Netzbetreiber in Abstimmung mit dem relevanten ÜNB vereinbart;
- b) Diese Vereinbarung umfasst die Spezifikationen und die Leistungsfähigkeit eines automatischen Spannungsreglers (AVR) bei der statischen und dynamischen Spannungsregelung sowie die Spezifikationen und Leistungsfähigkeit des Erregersystems. Letzteres umfasst:
 - i. eine Begrenzung der Bandbreite des Ausgangssignals, um sicherzustellen, dass die höchste Antwortfrequenz an anderen mit dem Netz verbundenen Stromerzeugungsanlagen keine Torsionsschwingungen verursachen kann;
 - ii. einen Untererregungsbegrenzer, um zu verhindern, dass der AVR die Generatorerregung auf einen Wert begrenzt, der die Stabilität des synchronen Betriebs gefährden würde;
 - iii. einen Übererregungsbegrenzer, um sicherzustellen, dass die Generatorerregung nicht unterhalb des maximal erreichbaren Werts begrenzt wird, wobei gleichzeitig sicherzustellen ist, dass die synchrone Stromerzeugungsanlage innerhalb ihrer Auslegungsgrenzen betrieben wird;
 - iv. einen Statorstrombegrenzer; und
 - v. eine PSS-Funktion (Power System Stabilizer), um Leistungspendelungen zu dämpfen, wenn die Größe der Stromerzeugungsanlage eine Maximalkapazität von 200 MW überschreitet. Auf Aufforderung des relevanten ÜNB sind die PSS zu aktivieren und nach den entsprechenden Vorgaben des ÜNB zu parametrieren.

Der relevante ÜNB und der Netzbenutzer schließen eine Vereinbarung über die technischen Fähigkeiten der Stromerzeugungsanlage zur Unterstützung der Winkelstabilität unter Fehlerbedingungen.

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 ± 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 Wirkleistungsabgabe erfolgt nach den technischen Möglichkeiten der Stromerzeugungsanlage in Eigenverantwortung des Anlagenbetreibers.

In folgenden (technischen) Fällen ist der relevante Netzbetreiber berechtigt, eine vorübergehende Vorgabe bzw. Einschränkung der Wirkleistung bis hin zur Abschaltung vorzunehmen:

- um eine unmittelbare, auch bloß vermutete Gefahr für Personen oder Sachen abzuwenden;
- wenn dies durch die Befolgung behördlicher Anordnungen, Auflagen usw. erforderlich ist;
- bei einer durch höhere Gewalt oder sonstige, nicht in der Sphäre des Netzbetreibers liegende, Umstände bedingten Verhinderung der Erbringung der Netzdienstleistungen;
- bei Setzung von Maßnahmen zur Vermeidung von Großstörungen und Begrenzung ihrer Auswirkungen gemäß TOR Systemschutzplan durch die Übertragungsnetzbetreiber;
- bei einem drohenden oder bereits eingetretenen Netzzusammenbruch;
- bei Durchführung betriebsnotwendiger Arbeiten im Netz.

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 A7 „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, ein spannungsstützendes Verfahren anzuwenden:

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

- unter Berücksichtigung der Spannungsregelung gemäß Kapitel 5.3.5 für synchrone Stromerzeugungsanlagen
- mit Änderung des Spannungssollwertes um bis zu 5%, ansonsten erfolgt die Umschaltung seitens der Erregungseinrichtung stoßfrei

Die entsprechenden Einstellparameter sowie die betrieblichen Anforderungen sind mit dem relevanten Netzbetreiber abzustimmen.

Besondere Anforderungen hinsichtlich frequenzabhängiger Lastabwurf

Gesamteinrichtung 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.

5.5 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, die nicht spannungslos zugeschaltet werden, 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.

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

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.

Der relevante Netzbetreiber und der Netzbenutzer vereinbaren die Einstellungen der Synchronisationsvorrichtungen vor dem Betrieb der Stromerzeugungsanlage. Diese Vereinbarung umfasst folgende Aspekte:

- i. Spannung;
- ii. Frequenz;
- iii. Phasenwinkelbereich;
- iv. Phasenfolge;
- v. Spannungs- und Frequenzabweichungen.

Die Zuschaltung auf ein bespanntes Netz muss im Normalbetrieb und im gestörten Betrieb möglich sein.

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.

Der Netzbenutzer darf die Stromerzeugungsanlage erst nach Genehmigung durch den relevanten Netzbetreiber synchronisieren.

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).

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 Bereich 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 auszuregeln;
- vi. Stromerzeugungsanlagen mit Schwarzstartfähigkeit müssen
 - in der Lage sein, sprunghafte Lastzuschaltungen auszuregeln;
 - 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 (netzseitige) Anschlussanlage ist die physische Verbindung der Anlage eines Netzbenutzers mit dem Netzsystem. Sie beginnt am technisch geeigneten Anschlusspunkt (Netzzutrittspunkt) 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.

Die elektrischen Anlagen müssen so ausgelegt, konstruiert und errichtet werden, dass sie den mechanischen und thermischen Auswirkungen eines Kurzschlussstromes sicher standhalten können. Spannungs- und Isolationspegel einzelner Geräte oder einer gesamten Schaltanlage müssen mit dem jeweiligen Spannungs- und Isolationspegel des Netzes mit Nennspannung ≥ 110 kV koordiniert sein. Dies gilt insbesondere für die Auslegung und Situierung von Überspannungsableitern. Die Koordination ist vom Netzbetreiber wahrzunehmen und mit dem Netzbenutzer zu vereinbaren.

6.1.2 Schaltstelle

6.1.3 Entkupplungsstelle

Die Entkupplungsstelle sichert eine Trennung der Stromerzeugungsanlage vom Netz. Die Schalteinrichtung der Entkupplungsstelle (Entkupplungsschalter) wird von der Schutzeinrichtung (Entkupplungsschutz) 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) als Entkupplungsstelle verwendet werden.

Die Schalteinrichtung der Entkupplungsstelle muss mindestens Lastschaltvermögen haben und für die maximal abzuschaltende Kurzschlussleistung²² ausgelegt sein.

Die Funktion der Schaltgeräte der Entkupplungsstelle muss überprüfbar sein.

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.

6.1.4.2 Netzanschluss im Hochspannungsnetz

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

Die Sternpunktbehandlung in Anlagen des Netzbenutzers wird von der Sternpunktbehandlung auf der gleichen Spannungsebene eines Netzes mit Nennspannung ≥ 110 kV vorgegeben. Es kann daher erforderlich sein, auch in den Stromerzeugungsanlagen entsprechende technische Einrichtungen zur Erfüllung der Sternpunktbehandlung zu installieren und darüber entsprechende Vereinbarungen zu treffen. Davon betroffen sind z. B.:

²² Die maximal zu erwartende Kurzschlussleistung hängt vom Netz und der Stromerzeugungsanlage ab.

- die Ausführung eines Transformators betreffend Schaltgruppe (z. B. Stern, Dreieck) auf der Oberspannungsseite;
- die Installation von Erdungstrennern bei Transformatorsternpunkten in Netzen mit wirksam geerdetem Sternpunkt;
- die Auswahl und den Anschluss von Erdschluss-Löschspulen in gelöschten 110 kV-Netzen.

6.2 Sekundärtechnik

6.2.1 Fernsteuerung bzw. fernwirktechnische Schnittstelle

Die fernwirktechnische Schnittstelle zur Wirkleistungsvorgabe nach Kapitel 5.4.1, zur allfälligen Blindleistungsvorgabe nach Kapitel 5.3.4 und zur Übermittlung von Echtzeitdaten nach Kapitel 5.6 ist mit einem gängigen Kommunikationsstandard (z.B. IEC 60870-5-101 oder IEC 60870-5-104, Online-Sollwertvorgabe) nach Wahl des relevanten Netzbetreibers im Netzanschlussvertrag, auszustatten.

6.2.2 Backup-Systeme für Kommunikation

Stromerzeugungsanlagen mit Online-Sollwertvorgabe müssen Kommunikationssysteme mit Backup-Stromversorgungsquellen aufweisen, um mindestens 30 Minuten 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 und 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.

Bei der Konzeption der Schutzeinrichtungen bei Stromerzeugungsanlagen mit Netzanschlusspunkt auf HS-Ebene sind Maßnahmen derart zu treffen, dass bei Ausfall einer Schutzkomponente nicht die gesamte Schutzfunktionskette ausfällt (verschiedene Stromwandlerkerne, Spannungswandlerwicklungen, Auslösekreise, getrennte Absicherung von Steuerungs- und Schutzauslösekreisen etc.). Die Notwendigkeit der Realisierung derartiger Maßnahmen richtet sich nach dem Gesamtschutzkonzept für das Netz sowie für die betreffende Stromerzeugungsanlage.

Bei Stromerzeugungsanlagen mit Netzanschlusspunkt auf HS-Ebene kann eine Berücksichtigung der Kapitel 6.3.1, 6.3.2 und 6.3.3 entfallen.

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-/Untererregung
- 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. Dabei ist auch die Möglichkeit von Schutz- und Schalterversagern zu berücksichtigen.

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

Signifikanten 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.

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

Eine Arbeitsstromauslösung des Schaltgerätes der Entkupplungsstelle 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 Entkupplungsschalters führen. Diese Forderung gilt gleichermaßen für eigenständige Schutzeinrichtungen und für kombinierte Geräte, in welchen Schutzfunktionen und Steuerungsfunktionen in einer gemeinsamen Hardware realisiert sind.

Zusätzliche Schutz- und Sicherheitsbestimmungen für Stromerzeugungsanlagen, welche eine umschaltbare Versorgungsalternative zur allgemeinen Stromversorgung darstellen, sind etwa in ÖVE-EN 1 Teil 4 § 53 bzw. OVE E 8101-5-551 bzw. OVE E 8101-7-717 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.

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 Entkupplungsstelle

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.

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 bis 1,05 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 bis 0,99 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 ≤ 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 Spannungstützung 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 Zeitbereich von 0 bis 180 s.

6.3.2.5 Weitere Schutzfunktionen

Fallweise kann der Einsatz weiterer Schutzfunktionen zur Sicherstellung der Entkupplungsfunktion oder für einen gesicherten Netzbetrieb notwendig sein.

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 synchrone Stromerzeugungsanlage oder eine nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage, die nicht mit eingeschränkter dynamischer Netzstützung betrieben wird, 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.

Bei Bedarf an vollständiger dynamischer Netzstützung bzw. aktiviertem LV FRT (Low Voltage Fault Ride Through) sind ggf. längere Einstellzeiten für den Unterspannungsschutz als jene, die in folgenden Tabellen angegeben sind, erforderlich.

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 für synchrone Stromerzeugungsanlagen werden folgende Einstellwerte empfohlen:

| Funktion | Einstellbereich des Schutzrelais | Empfohlene Schutzeinstellwerte | |
|--|----------------------------------|--------------------------------|---------------|
| Überspannungsschutz U>> | 1,00 – 1,30 U_n | 1,05 – 1,15 U_c | ≤ 0,10 s |
| Überspannungsschutz U> | 1,00 – 1,30 U_n | 1,02 – 1,05 U_c | ≤ 60 s |
| Unterspannungsschutz U< | 0,10 – 1,00 U_n | 0,7 U_c | 0 – 1 s |
| Unterspannungsschutz U<< | 0,10 – 1,00 U_n | 0,3 U_c^{23} | ≤ 0,2 s |
| Überfrequenzschutz f> | 50 – 55 Hz | 51,5 Hz | ≤ 0,10 s |
| Unterfrequenzschutz f< | 45 – 50 Hz | 47,5 Hz | ≤ 0,10 s |
| Blindleistungs- /Unterspannungsschutz Q+&U< | 0,70 – 1,00 U_n | 0,85 U_c | $t_l = 0,5$ s |

Tabelle 8: Einstellwerte für den Netzentkupplungsschutz synchroner Stromerzeugungsanlagen im Mittelspannungsnetz

Als Grundeinstellung des Netzentkupplungsschutzes für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen werden folgende Einstellwerte empfohlen:

| Funktion | Einstellbereich des Schutzrelais | Empfohlene Schutzeinstellwerte | |
|--|----------------------------------|--------------------------------|---------------|
| Überspannungsschutz U>> | 1,00 – 1,30 U_n | 1,05 – 1,15 U_c | ≤ 0,10 s |
| Überspannungsschutz U> | 1,00 – 1,30 U_n | 1,02 – 1,05 | ≤ 60 s |
| Unterspannungsschutz U< | 0,10 – 1,00 U_n | 0,8 U_c | 0,2 - 1,5 s |
| Unterspannungsschutz U<< | 0,10 – 1,00 U_n | 0,3 U_c^{23} | ≤ 0,2 – 0,5 s |
| Überfrequenzschutz f> | 50 – 55 Hz | 51,5 Hz | ≤ 0,10 s |
| Unterfrequenzschutz f< | 45 – 50 Hz | 47,5 Hz | ≤ 0,10 s |
| Blindleistungs- /Unterspannungsschutz Q+&U< | 0,70 – 1,00 U_n | 0,85 U_c | $t_l = 0,5$ s |

Tabelle 9: Einstellwerte für den Netzentkupplungsschutz nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen im Mittelspannungsnetz

²³ Diese Spannungsstufe bewirkt eine schnelle Netztrennung bei kraftwerksnahen Kurzschlüssen (siehe Kapitel 6.3.2.1 „Spannungsschutzfunktionen“).

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 Hilfsspannungen und die Auslösungen für den Kuppelschalter zu führen (siehe Abbildung 15).

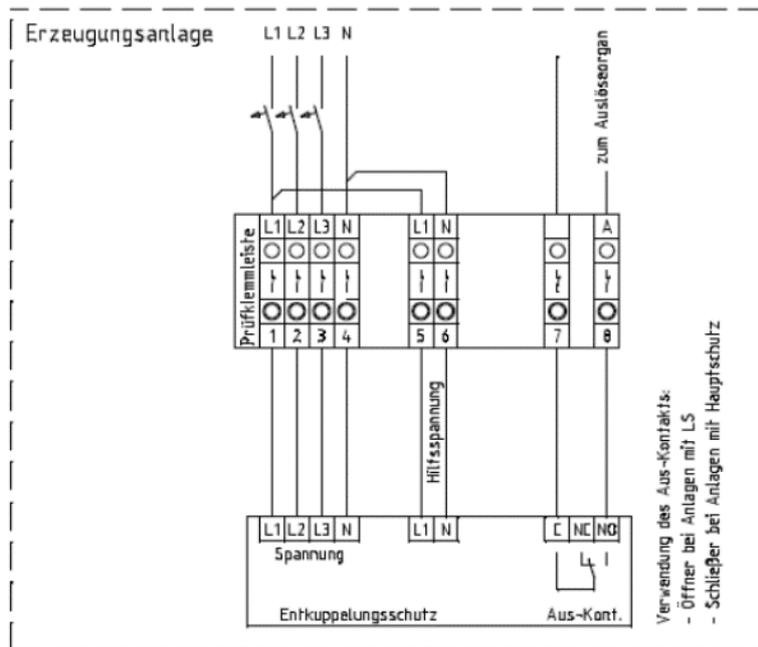


Abbildung 15: Typischer Aufbau einer Prüfklemmleiste

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 Netzanschlussvertrag erfüllt und durchläuft dazu das für jede Stromerzeugungsanlage beschriebene Betriebserlaubnisverfahren für den Anschluss.

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

Der grundsätzliche Ablauf des Betriebserlaubnisverfahrens ist in Anhang A4 dargestellt. Der relevante Netzbetreiber erklärt und veröffentlicht die Einzelheiten des Betriebserlaubnisverfahrens.

Für die Zwecke der Betriebserlaubnis für den Anschluss einer neuen Stromerzeugungsanlage legt der Netzbenutzer dem relevanten Netzbetreiber ein Nachweisdokument vor.

Die Nachweisdokumente enthalten allgemeine Daten, ausführliche technische Daten sowie Nachweise der Konformität der Stromerzeugungsanlage gemäß Kapitel 8.1. Die Vorlagen für Nachweisdokumente sind in Anhang A5 enthalten.

Das Betriebserlaubnisverfahren für den Anschluss jeder neuen Stromerzeugungsanlage umfasst:

- a) die Erlaubnis zur Zuschaltung (EZZ);
- b) die vorübergehende Betriebserlaubnis (VBE);
- c) die endgültige Betriebserlaubnis (EBE).

Der relevante Netzbetreiber legt in Abstimmung mit dem Netzbenutzer fest, welche projektspezifischen Unterlagen (z.B. Daten, Studien) zusätzlich zu den Konformitätsnachweisen gemäß Kapitel 8 zur Erlangung der EZZ, VBE und EBE erforderlich sind.

7.1 Erlaubnis zur Zuschaltung

Eine EZZ berechtigt den (zukünftigen) Netzbenutzer, sein internes Netz und Eigenbedarfseinrichtungen der Stromerzeugungsanlagen unter Nutzung des für den Netzanschlusspunkt bestimmten Netzanschlusses einzuschalten.

Der relevante Netzbetreiber stellt eine EZZ aus, wenn:

- die projektspezifischen Vorarbeiten und die erforderlichen Verträge abgeschlossen und unterzeichnet sind, und
- die projektspezifisch vereinbarten Unterlagen zur Erlangung der EZZ vorgelegt wurden (einschließlich der zwischen dem relevanten Netzbetreiber und dem Netzbenutzer geschlossenen Vereinbarung über die für den Netzanschlusspunkt relevanten Schutz- und Regeleinstellungen).

7.2 Vorübergehende Betriebserlaubnis

Eine VBE berechtigt den (zukünftigen) Netzbenutzer, die Stromerzeugungsanlage zu betreiben und unter Nutzung des Netzanschlusses während eines befristeten Zeitraums Strom zu erzeugen.

Der relevante Netzbetreiber stellt eine VBE aus, sofern die Prüfung der Unterlagen zur Erlangung der VBE, die Realisierung des Netzanschlusses und die Errichtung der Stromerzeugungsanlage sowie eine Betriebsführungsvereinbarung gemäß Punkt 9.1 zwischen dem relevanten Netzbetreiber und Netzbenutzer abgeschlossen ist. Für die Prüfung sind dem relevanten Netzbetreiber vom Netzbenutzer projektspezifisch vereinbarte Unterlagen und Konformitätsnachweise gemäß Kapitel 8 vorzulegen.

Der Netzbenutzer kann den Status VBE maximal 24 Monate behalten. Der relevante Netzbetreiber kann für die Gültigkeit der VBE eine kürzere Dauer vorgeben. Eine Verlängerung der VBE wird nur gewährt, wenn der Netzbenutzer erhebliche Fortschritte im Hinblick auf die vollständige Konformität erzielt hat. Die noch offenen Punkte sind beim Einreichen des Verlängerungsantrags deutlich auszuweisen.

Der Zeitraum, in dem der Netzbenutzer den Status VBE behalten darf, kann über den oben genannten Zeitraum hinaus verlängert werden, wenn beim relevanten Netzbetreiber vor Ablauf dieses Zeitraums nach dem Freistellungsverfahren gemäß RfG-VO (siehe auch Kapitel 2.5) eine Freistellung beantragt wird.

7.3 Endgültige Betriebserlaubnis

Eine EBE berechtigt den (zukünftigen) Netzbenutzer, eine Stromerzeugungsanlage unter Verwendung des Netzanschlusses zu betreiben.

Der relevante Netzbetreiber stellt eine EBE aus, nachdem sämtliche für die Zwecke des Status VBE ermittelte Unvereinbarkeiten beseitigt wurden und sofern die **im Zuge der Inbetriebsetzung (gemäß IBN-Programm des relevanten Netzbetreibers)** erfolgte Prüfung der Unterlagen abgeschlossen ist.

Für die Prüfung sind dem relevanten Netzbetreiber vom Netzbenutzer projektspezifisch vereinbarte Unterlagen und noch abschließend zu erbringende Konformitätsnachweise gemäß Kapitel 8 vorzulegen.

Wird in Verbindung mit der Ausstellung der EBE eine Unvereinbarkeit festgestellt, kann nach Antragstellung gemäß Art. 62 RfG-VO beim relevanten Netzbetreiber eine Freistellung gewährt werden (siehe auch Kapitel 2.5). Der relevante Netzbetreiber stellt eine EBE aus, wenn die Stromerzeugungsanlage die Freistellungsbestimmungen erfüllt.

Wird ein Freistellungsantrag abgelehnt, kann der relevante Netzbetreiber die Betriebserlaubnis für die Stromerzeugungsanlage so lange verweigern, bis der Netzbenutzer und der relevante Netzbetreiber die Unvereinbarkeit ausgeräumt haben und der relevante Netzbetreiber der Auffassung ist, dass die Stromerzeugungsanlage die Anforderungen der RfG-VO und RfG Anforderungs-V erfüllt. Beseitigen der relevante Netzbetreiber und der Netzbenutzer die Unvereinbarkeit nicht innerhalb eines angemessenen Zeitraums, spätestens jedoch binnen sechs Monaten nach der Mitteilung der Ablehnung des Freistellungsantrags, so kann jeder Beteiligte die E-Control mit der Angelegenheit befassen.

7.4 Beschränkte Betriebserlaubnis

Die (zukünftigen) Netzbenutzer, denen eine EBE gewährt wurde, setzen den relevanten Netzbetreiber unverzüglich in Kenntnis über

- a) eine vorübergehende beträchtliche Änderung oder einen Verlust von Fähigkeiten der Anlage, die bzw. der ihre Leistungsfähigkeit beeinträchtigt, oder
- b) einen Ausfall von Betriebsmitteln, der dazu führt, dass einige wesentliche Anforderungen nicht erfüllt sind.

Der Netzbenutzer beantragt bei dem relevanten Netzbetreiber eine BBE, wenn er realistisch erwartet, dass die vorher genannten Umstände länger als drei Monate andauern werden.

Der relevante Netzbetreiber stellt eine BBE aus, die folgende eindeutig ausgewiesene Informationen enthält:

- a) die offenen Punkte, die die Gewährung der BBE rechtfertigen;

- b) die Verantwortlichkeiten und Fristen für die erwartete Lösung;
- c) eine maximale Gültigkeitsdauer, die zwölf Monate nicht überschreiten darf. Der anfangs gewährte Zeitraum kann kürzer sein und verlängert werden, wenn zur Zufriedenheit des relevanten Netzbetreibers nachgewiesen wird, dass erhebliche Fortschritte im Hinblick auf die vollständige Konformität erzielt wurden.

Während der Gültigkeit der BBE wird die EBE für die Teile ausgesetzt, für die die BBE erteilt wurde.

Die Gültigkeit der BBE kann erneut verlängert werden, wenn vor Ablauf ihrer Gültigkeit beim relevanten Netzbetreiber nach dem Freistellungsverfahren gem. Art. 62 RfG-VO eine Freistellung beantragt wurde.

Nach Ablauf der Gültigkeit der BBE kann der relevante Netzbetreiber den Betrieb der Stromerzeugungsanlage untersagen. In solchen Fällen verliert die EBE automatisch ihre Gültigkeit.

Wenn der relevante Netzbetreiber die Gültigkeitsdauer der BBE nicht verlängert oder nach Ablauf der BBE den Betrieb der Stromerzeugungsanlage untersagt, kann der Netzbetreiber binnen sechs Monaten nach Mitteilung des Beschlusses des relevanten Netzbetreibers die **E-Control** mit der Angelegenheit befassen.

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/Unternehmens²⁴;
- eine nach den einzelnen Bestandteilen aufgeschlüsselte Konformitätserklärung durch den Anlagengerichter und den Netzbenutzer.

Für Stromerzeugungsanlagen, deren elektrische Eigenschaften das Netz bzw. den Netzbetrieb maßgeblich beeinflussen können und sofern der relevante Netzbetreiber dies nachvollziehbar und schlüssig begründet, sind auf Anforderung des relevanten Netzbetreibers vom Netzbenutzer im Rahmen des Betriebserlaubnisverfahrens auch folgende Unterlagen bereitzustellen:

- Zusätzliche 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;

Konformitätstests und Konformitätssimulationen gemäß Kapitel 8.2 können zwischen Netzbetreiber und Netzbenutzer vereinbart werden.²⁵

Anstatt die entsprechenden Prüfungen, Tests und Simulationen (ganz oder zum Teil) durchzuführen, können Netzbenutzer die Erfüllung der betreffenden Anforderung anhand der von einer ermächtigten Zertifizierungsstelle²⁶ 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 und -simulationen 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.

²⁴ z.B. akkreditierte Prüfstelle, Ziviltechniker, Universitätsinstitut oder Inhaber eines Gewerbes mit entsprechender Befähigung (Elektrotechnik, Elektrofachkraft)

²⁵ Entsprechende Prüfverfahren sind in Erarbeitung und werden in eine nächste Version dieses Teils der TOR aufgenommen. Ergebnisse und Berichte von Konformitätstests und Konformitätssimulationen können dann, nach einer angemessenen Übergangsfrist, auf Anforderung des relevanten Netzbetreibers vom Netzbenutzer bereitzustellen sein. Ab 1.12.2019 bis zum Ablauf dieser Übergangsfrist sind auf Anforderung des Netzbetreibers Herstellererklärungen für die Hauptkomponenten der Stromerzeugungsanlage abzugeben.

²⁶ bezeichnet gemäß Art 2 Z 46 RfG-VO eine Stelle, die Betriebsmittelbescheinigungen 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 | | NS | |
| 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 | | |

| | | | | |
|--|-------|--|---|--|
| Regelung der Dämpfung von Leistungspendelungen | 5.3.5 | | S | |
|--|-------|--|---|--|

Tabelle 10: Checkliste für Konformitätstests u. -simulationen von synchronen (S) und nichtsynchronen (NS) Stromerzeugungsanlagen

Unbeschadet der Mindestanforderungen dieses Teils der TOR an Konformitätstests und Konformitätssimulation (siehe Tabelle 10, Kapitel 5.4.2 und Anhang A6) kann der relevante Netzbetreiber

- a) dem Netzbenutzer 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;
- b) vom Netzbenutzer 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
- c) vom Netzbenutzer verlangen, geeignete Tests durchzuführen, um die Leistung einer Stromerzeugungsanlage nachzuweisen, wenn diese mit alternativen Brennstoffen oder Brennstoffgemischen betrieben wird. Der relevante Netzbetreiber und der Netzbenutzer vereinbaren, für welche Brennstoffarten Tests durchzuführen sind, und

Der Netzbenutzer ist dafür verantwortlich, dass die Tests im Einklang mit den Bedingungen gemäß Anhang A6 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 Netzbenutzer die Überwachungseinrichtungen bereit, die notwendig sind, um alle relevanten Testsignale und -messwerte aufzuzeichnen, und stellt sicher, dass die erforderlichen Vertreter des Netzbenutzers 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 (optional) 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 11: 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 7 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 2012, sonst jedoch zumindest alle 5 Jahre) die in Anhang A8 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 gibt öffentlich bekannt, wie die Verantwortlichkeiten für die Konformitätsüberwachung zwischen dem Netzbenutzer und dem Netzbetreiber aufgeteilt sind.

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.

Der Netzbetreiber ist in Einzelfällen und nach angemessener Vorankündigung berechtigt, dazu auch vor Ort Prüfungen, insbesondere des Netzentkupplungsschutzes, vorzunehmen.

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 z.B. 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,
- Art und Weise der Sicherstellung der Funktionalität des Netzentkupplungsschutzes und der Entkupplungsschalteneinrichtungen (z.B. Wiederholungsprüfungen), Art und Weise der Dokumentation von Prüfungen,
- Ergänzende Vereinbarungen zum Informationsaustausch,
- Vorgangsweise bei betriebsnotwendigen Arbeiten und geplanten Abschaltungen im Netz,
- Der Betreiber einer Stromerzeugungsanlage muss mindestens einen jederzeit erreichbaren Schaltberechtigten für Schalthandlungen an der Schaltstelle namhaft machen,
- Anzuwendende Sicherheitsbestimmungen.

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- oder HS-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 Wiederschaltung 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 Stromwandler am Zählpunkt müssen mit getrennten Kernen für Zählung/ Messung und für den Schutz ausgeführt sein. Die Spannungswandlerkreise für Zählung /Messung und für den Schutz müssen entweder auf getrennte Wicklungen oder auf getrennt abgesicherte Spannungswandlerkreise aufgeteilt sein.

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

Für den Fall von inhaltlichen Widersprüchen zwischen dem Hauptteil dieser TOR (Punkte 1 bis 10) und den Anhängen (Anhang A1 bis A8) geht der Inhalt des Hauptteils den Anhängen vor. Dies gilt nur insofern, als der jeweilige Inhalt der Anhänge nicht aufgrund von Gesetzen oder Verordnungen verbindlich erklärt wurde.

A1. Anwendbarkeit und Umfang des Datenaustauschs

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

A2. Funktionsbeispiele Netzentkopplungsschutz

Diesbezüglich sind keine Beispiele angegeben.

A3. Einstellwerte für Umrichter an Niederspannungs-Verteilernetzen

Dieser Anhang ist nicht anwendbar.

A4. Grundsätzlicher Ablauf des Betriebserlaubnisverfahrens

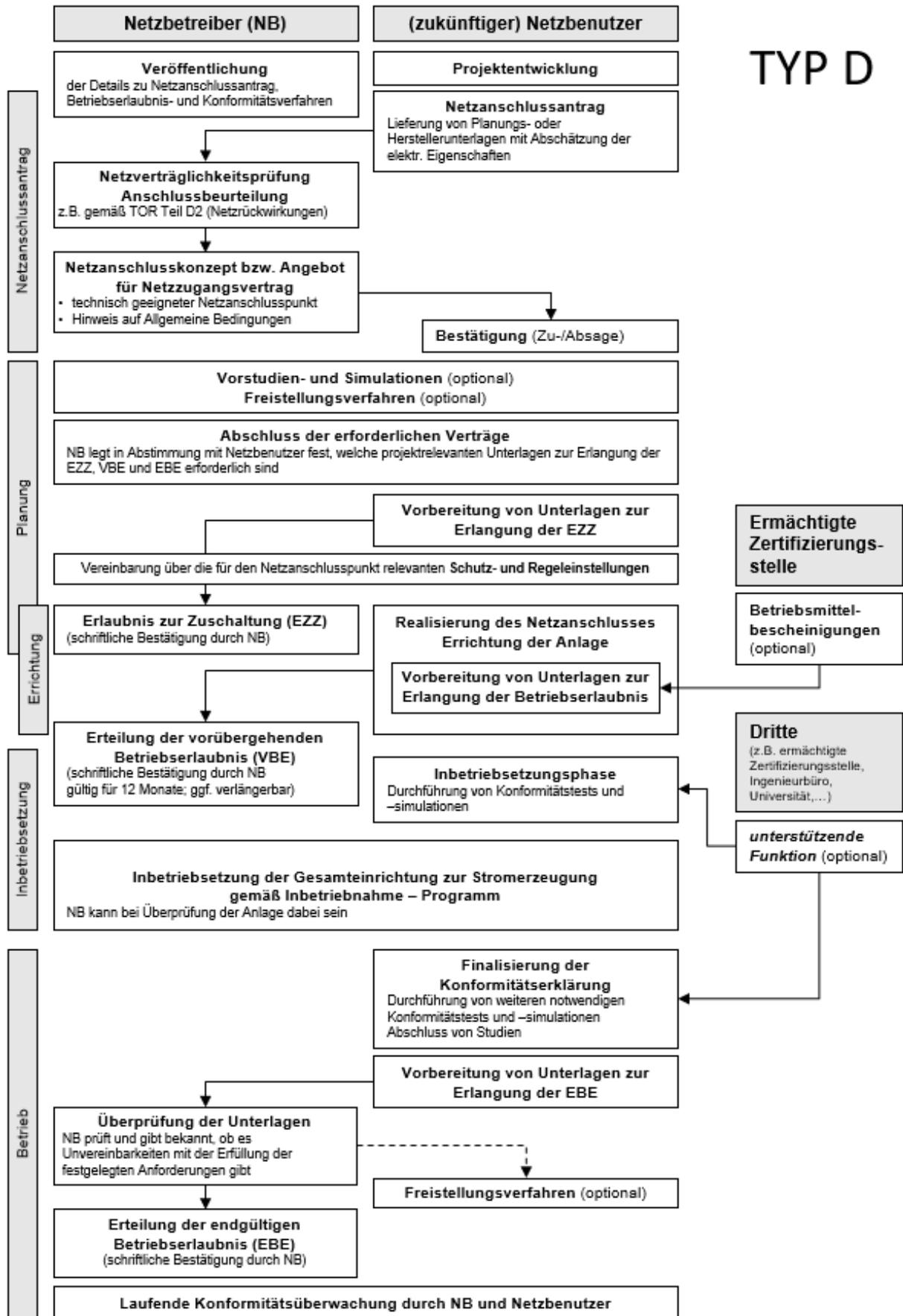


Abbildung 16: Grundsätzlicher Ablauf des Betriebserlaubnisverfahrens

A5. Vorlagen für Installations- bzw. Nachweisdokumente

| Vorlage für Netzbetreiber - Nachweisdokument für Stromerzeugungsanlagen des Typs D zur Erlangung der Erlaubnis zur Zuschaltung (EZZ) | | | |
|---|---|--------------------------|---------------------------------|
| <p>Diese Vorlage enthält die harmonisierten Mindestanforderungen der österreichischen Netzbetreiber sowie die erforderlichen Nachweise (inkl. Konformitätserklärung) zur Erlangung der EZZ für Stromerzeugungsanlagen des Typs D. 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 EZZ erforderlich sind.</p> | | | |
| Unterlagen zur Erlangung der EZZ | | | |
| Mindestanforderungen | Beschreibung | Netzbetreiber | |
| | | Erledigt | Sachlich geprüft und in Ordnung |
| Vorläufige technische Daten der Stromerzeugungsanlage Datenblätter und Typenbezeichnungen (Generator, Transformator, Spannungsregler, Turbinenregler,...) Angaben zu Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgungseinrichtungen | 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"/> |
| Vorläufige Unterlagen zur Anlagenberechnung unter Berücksichtigung der vom relevanten Netzbetreiber bereitgestellten Daten | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Einphasiger Übersichtsschaltplan | Einphasiger Übersichtsschaltplan der Stromerzeugungsanlage einschl. Eigentumsgränze, Transformatoren, Mess-, Zähl-, Schutz- und Steuer-/Regeleinrichtungen, Darstellung der Leitungsverbindungen, Angabe von Kabeltypen, -längen und -querschnitten und Angabe der technischen Kennwerte der Schaltanlagen (Bemessung der Betriebsmittel) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Lageplan inkl. Koordinaten der Stromerzeugungsanlage | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben zu Netzzurückwirkungen | Vorläufige Angaben entsprechend dem aktuellen Planungsstand | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben zur Betriebsweise (Betriebskonzept) | Vorläufige Angaben entsprechend dem aktuellen Planungsstand | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben zum Regelungskonzept | Vorläufige Angaben entsprechend dem aktuellen Planungsstand | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben zum Kommunikations- und Fernsteuerkonzept | Vorläufige Angaben entsprechend dem aktuellen Planungsstand | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben zum Schutzkonzept und zu Schutzeinstellungen inkl. Sternpunktbehandlung | Vorläufige Angaben entsprechend dem aktuellen Planungsstand | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben zum Systemschutz (gemäß TOR Systemschutzplan) | Vorläufige Angaben entsprechend dem aktuellen Planungsstand | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben hinsichtlich Zuschaltbedingungen und Synchronisierung | Vorläufige Angaben entsprechend dem aktuellen Planungsstand | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben zum Baufortschritt der Stromerzeugungsanlagen (technische Einrichtungen) | Die Angaben zum Baufortschritt sollen zur Nachvollziehbarkeit der Notwendigkeit einer EZZ dienen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Projektspezifische Unterlagen zur Erlangung der EZZ | | Netzbetreiber | |
| | | Erledigt | Sachlich geprüft und in Ordnung |
| Projektspezifische Unterlagen zur Erlangung der EZZ | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Optionale Unterlagen | | Netzbetreiber | |
| | | Erledigt | Sachlich geprüft und in Ordnung |
| Vorläufige Unterlagen zu Simulationsmodellen | In Abstimmung mit dem relevanten Netzbetreiber kann der Netzbetreiber Unterlagen zu Simulationsmodellen vorlegen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 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"/> |
| Angaben zur Schwarzstartfähigkeit / Inselbetriebsfähigkeit | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben zur Regelleistungsbereitstellung | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Anmerkungen: | | | |

Tabelle 12: Nachweisdokument für Stromerzeugungsanlagen des Typs D zur Erlangung der Erlaubnis zur Zuschaltung (EZZ)

| Vorlage für Netzbetreiber - Nachweisdokument für Stromerzeugungsanlagen des Typs D 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 D. 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>Hinweis: Der Netzbetreiber kann in Abstimmung mit dem relevanten Netzbetreiber bestimmte Konformitätstests- und Simulationen gemäß Anhang EBE (während IBS) bereits im Zuge der Erlangung der VBE vorziehen.</p> | | | |
| Unterlagen zur Erlangung der VBE | | | |
| Mindestanforderungen | Beschreibung | Netzbetreiber | Netzbetreiber |
| | | Erladigt | Sachlich geprüf 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"/> |
| Errichterbescheinigung des Herstellers | | <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"/> |
| Detaillierte Unterlagen zur Anlagenberechnung unter Berücksichtigung der vom relevanten Netzbetreiber bereitgestellten Daten | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben zu Netrückwirkungen | Aktualisierte und detaillierte Angaben Vorlage von Mess- und Prüfprotokollen | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben zur Betriebsweise (Betriebskonzept) | Aktualisierte und detaillierte Angaben | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben zum Regelungskonzept | Aktualisierte und detaillierte Angaben | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben zum Kommunikations- und Fernsteuerkonzept | Aktualisierte und detaillierte Angaben Vorlage von Mess- und Prüfprotokollen (z.B. Prüfung des Datenumfangs gemäß Kommunikationskonzept) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben zum Schutzkonzept und zu Schutzeinstellungen inkl. Sternpunktbehandlung | Aktualisierte und detaillierte Angaben Funktionsprüfung der netzseitigen Schutzeinrichtungen Prüfung der Strom- und Spannungswandler | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben zum Systemschutz (gemäß TOR Systemschutzplan) | Aktualisierte und detaillierte Angaben | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Angaben hinsichtlich Zuschaltbedingungen und Synchronisierung | Aktualisierte und detaillierte Angaben | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Projektspezifische Unterlagen zur Erlangung der VBE | Beschreibung | Netzbetreiber | Netzbetreiber |
| | | Erladigt | Sachlich geprüf 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 |
| | | Erladigt | Sachlich geprüf und in Ordnung |
| Detaillierte Unterlagen zu Simulationsmodellen | In Abstimmung mit dem relevanten Netzbetreiber kann der Netzbetreiber Unterlagen zu Simulationsmodellen vorlegen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 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 13: Nachweisdokument für Stromerzeugungsanlagen des Typs D zur Erlangung der vorübergehenden Betriebserlaubnis (VBE)

Vorlage für Netzbetreiber - Nachweisdokument für Stromerzeugungsanlagen des Typs D zur Erlangung der endgültigen Betriebserlaubnis (EBE) (während IBS)

Diese Vorlage enthält die harmonisierten Mindestanforderungen der österreichischen Netzbetreiber sowie die erforderlichen Nachweise (inkl. Konformitätserklärung) zur Erlangung der EBE für Stromerzeugungsanlagen des Typs D. 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 EBE erforderlich sind.

Hinweis: Der Netzbetreiber kann in Abstimmung mit dem relevanten Netzbetreiber bestimmte Konformitätstests- und Simulationen gemäß der untenstehenden Tabelle bereits im Zuge der Erlangung der VBE erbringen.

Angaben zu Konformitätstests und -simulationen

| Mindestanforderungen | Beschreibung | | | Netzbetreiber | Netzbetreiber |
|--|--|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| | | Simulation <input type="checkbox"/> | Test <input type="checkbox"/> | Erledigt | Sachlich geprüft und in Ordnung |
| LFSM-O | Sonstige Angaben: | Simulation <input type="checkbox"/> | Test <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| LFSM-U | Sonstige Angaben: | Simulation <input type="checkbox"/> | Test <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Neusynchronisationszeit | Sonstige Angaben: | | | | |
| Abfangen auf Eigenbedarfsbetrieb (nur für synchrone Stromerzeugungsanlagen) | Neusynchronisationszeit < 15 min <input type="checkbox"/> Neusynchronisationszeit > 15 min <input type="checkbox"/> Abfangen auf Eigenbedarfsbetrieb | | Test <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Blindleistungskapazität | Sonstige Angaben: | Simulation <input type="checkbox"/> | Test <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Regelbarkeit und Regelbereich der Wirkleistungsabgabe (nur für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen) | Sonstige Angaben: | | Test <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Spannungsregelmodus / Blindleistungsregelmodus / Leistungsfaktorregelung (nur für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen) | Sonstige Angaben: | | Test <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRT | Sonstige Angaben: | Simulation <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Regelung der Dämpfung von Leistungspendelungen | Sonstige Angaben: | Simulation <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Dynamische Blindstromstützung (nur für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen) | Sonstige Angaben: | Simulation <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Wiederkehr der Wirkleistungsabgabe nach einem Fehler | Sonstige Angaben: | Simulation <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| Optionale Unterlagen | Beschreibung | | | Netzbetreiber | Netzbetreiber |
|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| | | Simulation <input type="checkbox"/> | Test <input type="checkbox"/> | Erledigt | Sachlich geprüft und in Ordnung |
| FSM | Sonstige Angaben: | Simulation <input type="checkbox"/> | Test <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Regelung zur Frequenzwiederherstellung | Sonstige Angaben: | | Test <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Schwarzstartfähigkeit (nur für synchrone Stromerzeugungsanlagen) | Sonstige Angaben: | | Test <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Inselbetrieb | Sonstige Angaben: | Simulation <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Synthetische Schwungmasse (nur für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen) | Sonstige Angaben: | Simulation <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Tabelle 14: Nachweisdokument für Stromerzeugungsanlagen des Typs D zur Erlangung der endgültigen Betriebserlaubnis (EBB) während der Inbetriebsetzung

| Vorlage für Netzbetreiber - Nachweisdokument für Stromerzeugungsanlagen des Typs D zur Erlangung der endgültigen Betriebserlaubnis (EBE) (nach IBS) | | | |
|---|---|--------------------------|---------------------------------|
| <p>Diese Vorlage enthält die harmonisierten Mindestanforderungen der österreichischen Netzbetreiber sowie die erforderlichen Nachweise (inkl. Konformitätserklärung) zur Erlangung der EBE für Stromerzeugungsanlagen des Typs D. 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 EBE erforderlich sind.</p> | | | |
| Unterlagen zur Erlangung der EBE | | | |
| Mindestanforderungen | Beschreibung | Netzbetreiber | Netzbetreiber |
| | | Erlедigt | Sachlich geprüft und in Ordnung |
| Vollständige Inbetriebsetzungs- u. Konformitätserklärung (erstellt durch Netzbetreiber oder Hersteller bzw. Dritte im Auftrag des Netzbetreibers) | Beinhaltet aktualisierte Unterlagen sowie Konformitätstests und -simulationen, welche zum Zeitpunkt der Erlangung der VBE noch nicht vollständig verfügbar oder noch nicht durchführbar waren. = Nachweis, dass sämtliche für die Zwecke des Status VBE ermittelte Unvereinbarkeiten beseitigt wurden; | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Projektspezifische Unterlagen zur Erlangung der EBE | Beschreibung | Netzbetreiber | Netzbetreiber |
| | | Erlедigt | Sachlich geprüft und in Ordnung |
| Projektspezifische Unterlagen zur Erlangung der EBE | Vorlage von Unterlagen, welche zum Zeitpunkt der Erlangung der VBE noch nicht vollständig verfügbar waren. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Prüfung von projektspezifisch vereinbarten Einstellparametern (gemäß den Vorgaben des relevanten Netzbetreibers) | Vorlage von Mess- und Prüfprotokollen, welche zum Zeitpunkt der Erlangung der VBE noch nicht vollständig verfügbar oder noch nicht durchführbar waren. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Optionale Unterlagen | Beschreibung | Netzbetreiber | Netzbetreiber |
| | | Erlедigt | Sachlich geprüft und in Ordnung |
| Detaillierte Unterlagen zu Simulationsmodellen | Vorlage eines validierten Simulationsmodells | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Tabelle 15: Nachweisdokument für Stromerzeugungsanlagen des Typs D zur Erlangung der endgültigen Betriebserlaubnis (EBE) nach der Inbetriebsetzung

A6. 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.

Simulation der Regelung der Dämpfung von Leistungspendelungen

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

- a) Es wird nachgewiesen, dass das Regelungssystem der Stromerzeugungsanlage („PSS-Funktion“) in der Lage ist, Wirkleistungspendelungen im Einklang mit den in Kapitel 5.3.5 „Spannungsregelung synchroner Stromerzeugungsanlagen“ genannten Bedingungen zu dämpfen;
- b) die Regelung muss bewirken, dass Wirkleistungspendelungen durch den AVR in Verbindung mit der PSS-Funktion besser gedämpft werden als durch den AVR allein,
- c) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:
 - i. die PSS-Funktion dämpft die bestehenden Wirkleistungspendelungen der Stromerzeugungsanlage innerhalb des vom relevanten ÜNB vorgegebenen Frequenzbereichs. Dieser Frequenzbereich umfasst sowohl die Eigenfrequenz der lokalen Pendelung des Generators gegen das Netz als auch die Eigenfrequenzen der überregionalen Pendelungen;
 - ii. eine plötzliche Entlastung der Stromerzeugungsanlage von 1 pu auf 0,6 pu der Maximalkapazität führt nicht zu ungedämpften Pendelungen der Wirk- oder Blindleistung der Stromerzeugungsanlage.

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.

A7. Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle

| Zeile | Kurzbezeichnung | Einheit | Erklärung | Anmerkungen | Wert |
|-------|---------------------------------|---------|--------------------|---|------|
| 1 | Maximalkapazität Einspeisung | MW | | am Netzanschlusspunkt | |
| 2 | Maximalkapazität Bezug | MW | | am Netzanschlusspunkt | |
| 3 | Blockanzahl | | | | |
| 4 | Generatoranzahl | | | | |
| 5 | Transformatoranzahl | | | | |
| 6 | Kraftwerkstyp | | | | |
| 7 | Anschlussspannung | kV | | am Netzanschlusspunkt | |
| 8 | Scheinleistung | MVA | | | |
| 9 | Engpassleistung | MW | | | |
| 10 | Eigenbedarf | MW | | | |
| 11 | Pumpleistung | MW | | | |
| 12 | Turbinenleistung | MW | Bemessungsleistung | | |
| 13 | Blindleistung untererregt | Mvar | | maximale Blindleistung (untererregt) am Netzanschlusspunkt mit Berücksichtigung der Kraftwerksleitung (fiktives uk) | |
| 14 | Blindleistung übererregt | Mvar | | maximale Blindleistung (übererregt) am Netzanschlusspunkt mit Berücksichtigung der Kraftwerksleitung (fiktives uk) | |
| 15 | Betreiber | | | | |
| 16 | Fremdeinspeisung | MVA | | S_K'' (Kurzschlussleistung aus Mittelspannung) | |

Tabelle 16: Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle - Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung (Kraftwerk)

| Zeile | Kurzbezeichnung | Einheit | Erklärung | Anmerkungen | Wert |
|-----------|-----------------------------------|-------------------|--|--|------|
| Generator | | | | | |
| 1 | Generatortyp | | Schenkelpol/Vollpol | | |
| 2 | S_{rG} | MVA | Bemessungsscheinleistung | | |
| 3 | $\cos\phi_{rG}$ | | Bemessungsleistungsfaktor | | |
| 4 | P_{rG} | MW | Bemessungswirkleistung | | |
| 5 | Q_{rG} | Mvar | Bemessungsblindleistung | | |
| 6 | U_{rG} | kV | Bemessungsspannung | | |
| 7 | pG | % | Generatorstellbereich / Spannungsregelungsbereich | Bereich der Spannungsregelung | |
| 8 | Leistungsdiagramm | | Generatorleistungsdiagramm | | |
| 9 | Leerlauf-Kurzschluss-Kennlinien | | | | |
| 10 | SG1.0 | pu | Hauptfeldsättigung bei 100% Spannung | Alternativ zu der Zeile 9 | |
| 11 | SG1.2 | pu | Hauptfeldsättigung bei 120% Spannung | | |
| 12 | n | min ⁻¹ | Nenndrehzahl | | |
| 13 | J Turbine | tm ² | Trägheitsmoment der Turbine | | |
| 14 | J Generator | tm ² | Trägheitsmoment der Generator | | |
| 15 | J Turbine+Generator | tm ² | Trägheitsmoment gemeinsam | | |
| 16 | GD ² Turbine | tm ² | Schwungmoment der Turbine | Alternativ zu den Zeilen 13-15 | |
| 17 | GD ² Generator | tm ² | Schwungmoment der Generator | | |
| 18 | GD ² Turbine+Generator | tm ² | Schwungmoment gemeinsam | Das Schwungmoment ist eine physikalische Größe, die früher bei rotierenden Maschinen häufig anstelle des Trägheitsmoments verwendet wurde | |
| 19 | T_m / H | s | Mech. Anlaufzeitkonstante / Trägheitskonstante (Turbine+Generator) | Alternativ zu den Zeilen 13-15, 16-18, mit Angabe der Bezugsgröße (Mech. Anlaufzeitkonstante ist bezogen auf Wirkleistung, H ist bezogen auf Scheinleistung) | |
| 20 | $X_{d\ sat}$ | s | Synchrone Längsreaktanz gesättigt | | |
| 21 | X_d | % | synchrone Längsreaktanz ungesättigt | | |
| 22 | $X_{d' \ sat}$ | % | transiente Längsreaktanz gesättigt | | |
| 23 | $X_{d'}$ | % | transiente Längsreaktanz ungesättigt | | |
| 24 | $X_{d'' \ sat}$ | % | subtransiente Längsreaktanz gesättigt | | |
| 25 | $X_{d''}$ | % | subtransiente Längsreaktanz ungesättigt | | |
| 26 | X_{qsat} | % | synchrone Querreaktanz gesättigt | - | |
| 27 | X_q | % | synchrone Querreaktanz ungesättigt | - | |
| 28 | $X_{q' \ sat}$ | % | transiente Querreaktanz gesättigt | Nicht notwendig bei Schenkelpolgeneratoren | |
| 29 | $X_{q'}$ | % | transiente Querreaktanz ungesättigt | Nicht notwendig bei Schenkelpolgeneratoren | |
| 30 | $X_{q'' \ sat}$ | % | subtransiente Querreaktanz gesättigt | - | |

| | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------|--|--|--|
| 31 | x_q'' | % | subtransiente Querreaktanz ungesättigt | - | |
| 32 | τ_a | s | (Anker-)Gleichstromzeitkonstante | | |
| 33 | τ_d' | s | transiente Kurzschlusszeitkonstante Längsachse | | |
| 34 | τ_d'' | s | subtransiente Kurzschlusszeitkonstante Längsachse | | |
| 35 | τ_q' | s | transiente Kurzschlusszeitkonstante Querachse | Nicht notwendig bei Schenkelpolgeneratoren | |
| 36 | τ_q'' | s | subtransiente Kurzschlusszeitkonstante Querachse | - | |
| 37 | τ_{d0}' | s | transiente Leerlaufzeitkonstante Längsachse | Alternativ zu Zeile 33 | |
| 38 | τ_{d0}'' | s | subtransiente Leerlaufzeitkonstante Längsachse | Alternativ zu Zeile 34 | |
| 39 | τ_{q0}' | s | transiente Leerlaufzeitkonstante Querachse | Nicht notwendig bei Schenkelpolgeneratoren, Alternativ zu Zeile 35 | |
| 40 | τ_{q0}'' | s | subtransiente Leerlaufzeitkonstante Querachse | Alternativ zu Zeile 36 | |
| 41 | r_G, r_a | pu | bezogener Ständer/Ankerwiderstand | | |
| 42 | $x_{\sigma a}$ | pu | bezogene Ständer/Anker-Streufeldreaktanz | | |
| 43 | R_{dc} | Ω | Gleichstromwiderstand | | |
| Turbinenregler | | | | | |
| 44 | σ | % | Statik | | |
| 45 | σ_t | % | temporäre Statik | | |
| 46 | K_p | pu | Proportionalanteil | | |
| 47 | K_i | pu | Integralanteil | | |
| 48 | K_d | pu | Differenzialanteil | Wenn vorhanden | |
| 49 | T_w | s | Anlaufzeitkonstante der Druckrohrleitung | Bei Francis- oder Pelton-turbinen | |
| 50 | L | m | Länge der Druckrohrleitung | Alternativ zu Zeile 49 | |
| 51 | H | m | Fallhöhe bei Bemessungsleistung | | |
| 52 | U | m/s | Geschwindigkeit des Wassers in der Druckrohrleitung bei Bemessungsleistung | | |
| 53 | $v_{s, \text{öffnen}}$ | pu/s | Düsen/Ventil-Stellgeschwindigkeit öffnen | | |
| 54 | $v_{s, \text{schließen}}$ | pu/s | Düsen/Ventil-Stellgeschwindigkeit schließen | Alternativ zu Zeile 51 | |
| 55 | $v_{s, \text{Strahlblenker}}$ | pu/s | Stellgeschwindigkeit Strahlblenker | | |
| 56 | $t_{\text{öffnen}}$ | s | Düsen/Ventil Öffnungszeit (0-100%) | Alternativ zu den obigen Zeilen 53-54 | |
| 57 | $t_{\text{schließen}}$ | s | Düsen/Ventil Schließzeit (100-0%) | | |
| 58 | Darstellung der Reglerstruktur | | grafische Darstellung der Reglerstruktur | | |
| 59 | IEC- oder IEEE-Modell mit Daten | | | Alternativ zu den obigen Zeilen 44-58 | |
| 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 Nennerregerspannung oder Leerlauferregerspannung (IEC) bezogen | |
| 64 | I_{fmin} | pu | minimaler Erregerstrom | Angabe, ob auf Nennerregerspannung oder Leerlauferregerspannung (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 | - | |
| 70 | K_{DU} | pu | Verstärkung Differenzanteil | - | |
| 71 | T_{VU} | s | Dämpfungszeitkonstante | - | |
| 72 | T_{NU} | s | Nachstellzeit | - | |
| 73 | Darstellung der Reglerstruktur | | grafische Darstellung der Reglerstruktur | | |
| 74 | IEC- oder IEEE-Modell mit Daten | | | Alternativ zu den obigen Zeilen 60-73 | |

Tabelle 17: Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle - Generator

| Zeile | Kurzbezeichnung | Einheit | Erklärung | Anmerkungen | Wert |
|-------|----------------------------|----------|--|---|------|
| 1 | S_{rT} | MVA | Bemessungsscheinleistung | Angabe aller Bemessungsscheinleistungen | |
| 2 | U_{rTUS} | kV | Bemessungsspannung Unterspannungsseite(n) | Angabe aller Bemessungsspannungen | |
| 3 | U_{rTOS} | kV | Bemessungsspannung Oberspannungsseite | | |
| 4 | u_k | % | bezogene Kurzschlussspannung zwischen den einzelnen Wicklungen | Angabe aller Kurzschlussspannungen | |
| 5 | v_{Cu} | kW | Kupferverluste | Angabe aller Kupferverluste | |
| 6 | v_{Fe} / P_{lr} | kW | Eisenverluste / Leerlaufverluste | Falls bekannt | |
| 7 | i_{lr} | % | Leerlaufstrom | Falls bekannt | |
| 8 | Verstelltyp | | Stufenschalter oder Umsteller | | |
| 9 | p_{T+} | % | Gesamtstellbereich nach Oben | Bereich der positiven Trafostufenstellung | |
| 10 | p_{T-} | % | Gesamtstellbereich nach Unten | Bereich der negativen Trafostufenstellung | |
| 11 | Stufenanzahl | | | | |
| 12 | aktuelle Stufe | | | Für Blocktransformatoren, die mit (mehr oder weniger) fixer Stufenstellung betrieben werden | |
| 13 | Schaltgruppe | | | | |
| 14 | Bauform des Transformators | | | z.B. 3-Schenkel, 5-Schenkel, Mantelkern, Trafobank, ... | |
| 15 | Sternpunktserdung | | | Mit Angabe, ob schaltbar, händisch entfernbar oder fix | |
| 16 | Z_{00} | Ω | Leerlaufnullimpedanz | | |
| 17 | Z_{0K} | Ω | Kurzschlussnullimpedanz | Für Blocktransformatoren mit mehr als einer Sternpunktserdung, falls bekannt | |
| 18 | R_{00} | Ω | Leerlaufnullresistanz | Falls bekannt | |
| 19 | X_{00} | Ω | Leerlaufnullreaktanz | Falls bekannt | |
| 20 | R_{0K} | Ω | Kurzschlussnullresistanz | Falls bekannt | |
| 21 | X_{0K} | Ω | Kurzschlussnullreaktanz | Falls bekannt | |
| 22 | Magnetisierungskennlinie | | | Falls bekannt | |

Tabelle 18: Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle - Transformator

| Zeile | Kurzbezeichnung | Einheit | Erklärung | Anmerkungen | Wert |
|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--|-------------------|------|
| Schutzeinstellungen Generator | | | | | |
| 1 | Nennspannung | kV | | | |
| 2 | Nennleistung | MVA | | | |
| 3 | Frequenz | Hz | Überfrequenzauslösung | Pumpe / Generator | / |
| 4 | Verzögerungszeit | s | | Pumpe / Generator | / |
| 5 | Frequenz | Hz | Unterfrequenzauslösung | Pumpe / Generator | / |
| 6 | Verzögerungszeit | s | | Pumpe / Generator | / |
| 7 | Spannung | kV | Überspannungsauslösung | Pumpe / Generator | / |
| 8 | Verzögerungszeit | s | | Pumpe / Generator | / |
| 9 | Spannung | kV | Unterspannungsauslösung | Pumpe / Generator | / |
| 10 | Verzögerungszeit | s | | Pumpe / Generator | / |
| 11 | % der Bemessungsspannung | % | Überstrom-, Überlastauslösung | | |
| 12 | Verzögerungszeit | s | | | |
| 13 | Schiefelastschutz + Zeitverzögerung | | | | |
| 14 | Untererregungsschutz | | | | |
| Schutzeinstellungen Blockumspanner | | | | | |
| 15 | vorhanden | Ja/Nein | Differentialschutz | Wenn vorhanden | |
| 16 | Auslösestrom I> | kA | UMZ | Wenn vorhanden | |
| 17 | Verzögerungszeit I> | s | | Wenn vorhanden | |
| 18 | Auslösestrom I>> | kA | | Wenn vorhanden | |
| 19 | Verzögerungszeit I>> | s | | Wenn vorhanden | |
| 20 | Auslösestrom I>>> | kA | | Wenn vorhanden | |
| 21 | Verzögerungszeit I>>> | s | | | |
| 22 | Auslösestrom I> | kA | Not-UMZ | Wenn vorhanden | |
| 23 | Verzögerungszeit I> | s | | Wenn vorhanden | |
| 24 | Auslösestrom I>> | kA | | Wenn vorhanden | |
| 25 | Verzögerungszeit I>> | s | | | |
| 26 | t1 | $\Omega/s/Richtung$ | Staffelkennlinie des Sammelschienendistanzschutzes | Wenn vorhanden | |
| 27 | t1ü | $\Omega/s/Richtung$ | | Wenn vorhanden | |
| 28 | t2 | $\Omega/s/Richtung$ | | Wenn vorhanden | |
| 29 | t3 | $\Omega/s/Richtung$ | | Wenn vorhanden | |
| 30 | t4 | $\Omega/s/Richtung$ | | Wenn vorhanden | |
| 31 | t5 | $\Omega/s/Richtung$ | | Wenn vorhanden | |
| 32 | t6 | $\Omega/s/Richtung$ | Reaktanz, Zeit, Richtung SS, Richtung Trafo, ungerichtet | Wenn vorhanden | |
| 33 | Endzeit | $\Omega/s/Richtung$ | | Wenn vorhanden | |
| 34 | Anregestrom | kA | Sammelschienendistanzschutz Anregung | Wenn vorhanden | |
| 35 | Verzögerungszeit | s | | | |
| 36 | Auslösestrom | kA | Sammelschienendistanzschutz Not-UMZ | Wenn vorhanden | |
| 37 | Verzögerungszeit | s | | | |

Tabelle 19: Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle - Schutzeinstellungen

| Zeile | Kurzbezeichnung | Einheit | Erklärung | Anmerkungen | Wert |
|---|---|---------|--|-------------------------|------|
| Synchronisationsvorrichtung | | | | | |
| 1 | Frequenz < | Hz | Funktionsgrenzen der Synchronisationsvorrichtung | | |
| 2 | Frequenz > | Hz | | | |
| 3 | Spannung < | kV | | | |
| 4 | Spannung > | kV | | | |
| Vermeidung von Großstörungen und Netzwiederaufbau | | | | | |
| 5 | Abstellen von Pumpen bei Unterfrequenz | Hz | | | |
| 6 | Umschalten von Pumpe zum Generatorbetrieb bei Unterfrequenz | Hz | | | |
| 7 | Anfahren der Generatoren bei Unterfrequenz | Hz | | | |
| 8 | Starten von Pumpen bei Überfrequenz | Hz | | | |
| 9 | Schwarzstartfähigkeit | | | | |
| 10 | Anfahrtszeit bis Nennleistung | s | | | |
| 11 | Inselbetriebsfähigkeit (mit höherer Reglerdämpfung) | | | | |
| 12 | Inselaufbaufähigkeit | | | | |
| 13 | Schnelle Neusynchronisierung | min | | < 15 min | |
| 14 | Abfangen auf Eigenbedarfsbetrieb | min | Netzwiederaufbau | mind. 120 min gemäß TOR | |

Tabelle 20: Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle – Synchronisierung und Netzwiederaufbau

| Zeile | Kurzbezeichnung | Einheit | Erklärung | Anmerkungen | Wert |
|--------------------------------|--|---------|---|---|------|
| Windkraftpark Allgemein | | | | | |
| 1 | Maximalkapazität Einspeisung | MW | | am Netzanschlusspunkt | |
| 2 | Maximalkapazität Bezug | MW | | am Netzanschlusspunkt | |
| 3 | Blockanzahl | | | | |
| 4 | Generatoranzahl | | | | |
| 5 | Transformatoranzahl | | | | |
| 6 | Kraftwerkstyp | | | | |
| 7 | Anschlussspannung | kV | | am Netzanschlusspunkt | |
| 8 | Scheinleistung | MVA | | | |
| 9 | Engpassleistung | MW | | | |
| 10 | Eigenbedarf | MW | | | |
| 11 | Blindleistung untererregt | Mvar | | maximale Blindleistung (untererregt) am Netzanschlusspunkt mit Berücksichtigung der Kraftwerksleitung (fiktives uk) | |
| 12 | Blindleistung übererregt | Mvar | | maximale Blindleistung (übererregt) am Netzanschlusspunkt mit Berücksichtigung der Kraftwerksleitung (fiktives uk) | |
| 13 | Betreiber | | | | |
| 14 | Fremdeinspeisung | MVA | | Sk" (Kurzschlussleistung aus Mittelspannung) | |
| Gesamter Windkraftpark | | | | | |
| 15 | Generatoranzahl | | | | |
| 16 | S_{rG} | MVA | Bemessungsscheinleistung | inkl. Kabelnetz! | |
| 17 | $\cos\phi_{rG}$ | MW/MVA | Bemessungsleistungsfaktor | inkl. Kabelnetz! | |
| 18 | P_{rG} | MW | Bemessungswirkleistung | inkl. Kabelnetz! | |
| 19 | Q_{rG} | MVar | Bemessungsblindleistung | inkl. Kabelnetz! | |
| 20 | U_{rG} | kV | Bemessungsspannung | inkl. Kabelnetz! | |
| 21 | Q_{min} | MVA | untere Blindleistungsgrenze | inkl. Kabelnetz! | |
| 22 | Q_{max} | MVA | obere Blindleistungsgrenze | inkl. Kabelnetz! | |
| 23 | $S_k''_{min}$ | MVA | minimale subtransiente Kurzschlussleistung | inkl. Kabelnetz! | |
| 24 | $S_k''_{max}$ | MVA | maximale subtransiente Kurzschlussleistung | inkl. Kabelnetz! | |
| 25 | Spannungs/ Blindleistungsregelungs-konzept | | | Diagramm in Abhängigkeit der Spannung am Übergabepunkt | |
| 26 | Nachbildungsmodell | | | vom Hersteller empfohlen | |
| 27 | Einliniensaltplan des Windparks | | | | |
| Generator | | | | | |
| 28 | Generatortyp | | Doppelt gespeiste Asynchronmaschine, Synchronmaschine mit Umrichter, usw. | | |
| 29 | Generatoranzahl | | | | |
| 30 | | | Hersteller | | |
| 31 | | | Typenbezeichnung des Herstellers | | |
| 32 | S_{rG} | MVA | Bemessungsscheinleistung | | |
| 33 | $\cos\phi_{rG}$ | MW/MVA | Bemessungsleistungsfaktor | | |
| 34 | P_{rG} | MW | Bemessungswirkleistung | | |
| 35 | Q_{rG} | MVar | Bemessungsblindleistung | | |
| 36 | U_{rG} | kV | Bemessungsspannung | | |

| | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|----------|--|---|--|
| 37 | Q_{min} | MVA | untere Blindleistungsgrenze | | |
| 38 | Q_{max} | MVA | obere Blindleistungsgrenze | | |
| 39 | $S_k''_{min}$ | MVA | minimale subtransiente Kurzschlussleistung | | |
| 40 | $S_k''_{max}$ | MVA | maximale subtransiente Kurzschlussleistung | | |
| 41 | U_{min} | pu | minimale Betriebsspannung | | |
| 42 | Spannungsregelung | | | Ja/Nein, Wenn ja, genaue Beschreibung | |
| 43 | Blindleistungsregelung | | | Ja/Nein, Wenn ja, genaue Beschreibung | |
| 44 | Nachbildungsmodell | | | vom Hersteller empfohlen | |
| Blocktransformator | | | | | |
| 45 | S_{rT} | MVA | Bemessungsscheinleistung | Angabe aller Bemessungsscheinleistungen | |
| 46 | U_{rTUS} | kV | Bemessungsspannung Unterspannungsseite(n) | Angabe aller Bemessungsspannungen | |
| 47 | U_{rTOS} | kV | Bemessungsspannung Oberspannungsseite | | |
| 48 | u_k | % | bezogene Kurzschlussspannung zwischen den einzelnen Wicklungen | Angabe aller Kurzschlussspannungen | |
| 49 | v_{Cu} | kW | Kupferverluste | Angabe aller Kupferverluste | |
| 50 | v_{Fe} / P_{lr} | kW | Eisenverluste / Leerlaufverluste | Falls bekannt | |
| 51 | i_{lr} | % | Leerlaufstrom | Falls bekannt | |
| 52 | Verstelltyp | | Stufenschalter oder Umsteller | | |
| 53 | p_{T+} | % | Gesamstellbereich nach Oben | Bereich der positiven Trafostufenstellung | |
| 54 | p_{T-} | % | Gesamstellbereich nach Unten | Bereich der negativen Trafostufenstellung | |
| 55 | Stufenanzahl | | | | |
| 56 | aktuelle Stufe | | | Für Blocktransformatoren, die mit (mehr oder weniger) fixer Stufenstellung betrieben werden | |
| 57 | Schaltgruppe | | | | |
| 58 | Bauform des Transformators | | | z.B. 3-Schenkel, 5-Schenkel, Mantelkern, Trafobank, ... | |
| 59 | Sternpunktserdung | | | Mit Angabe, ob schaltbar, händisch entfernbar oder fix | |
| 60 | Z_{00} | Ω | Leerlaufnullimpedanz | | |
| 61 | Z_{0K} | Ω | Kurzschlussnullimpedanz | Für Blocktransformatoren mit mehr als einer Sternpunktterdung, falls bekannt | |
| 62 | R_{00} | Ω | Leerlaufnullresistenz | Falls bekannt | |
| 63 | X_{00} | Ω | Leerlaufnullreaktanz | Falls bekannt | |
| 64 | R_{0K} | Ω | Kurzschlussnullresistenz | Falls bekannt | |
| 65 | X_{0K} | Ω | Kurzschlussnullreaktanz | Falls bekannt | |
| 66 | Magnetisierungskennlinie | | | Falls bekannt | |
| Stromregler des Generators | | | | | |
| 67 | K_d | | Proportionalanteil der Längsachse | falls bekannt | |
| 68 | T_d | s | Integrationszeitkonstante der Längsachse | falls bekannt | |
| 69 | K_q | | Proportionalanteil der Querachse | falls bekannt | |
| 70 | T_q | s | Integrationszeitkonstante der Querachse | falls bekannt | |

Tabelle 21: Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle - Windpark

A8. Informationen und Unterlagen zur Konformitätsüberwachung

| Vorlage für Netzbetreiber - Checkliste für Stromerzeugungsanlagen des Typs D 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 D. 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 Schutzeinrichtungen | Optionale Angaben: Schutzprüfprotokolle | Alle 5 Jahre | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Funktionsprüfung der Backup-Systeme für die Kommunikation | | 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 | 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 ehestmöglich mitzuteilen . | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | Angabe von vorübergehenden, beträchtlichen Änderungen, welche die Leistungsfähigkeit der Stromerzeugungsanlage wesentlich beeinträchtigen. Angabe von ausgefallenen Betriebsmitteln, deren Ausfall dazu führte, dass einige wesentliche Anforderungen nicht erfüllt sind. | Ungeplante Änderungen einer Stromerzeugungsanlage, welche die Leistungsfähigkeit wesentlich beeinträchtigen, sind dem relevanten Netzbetreiber unverzüglich mitzuteilen . | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Optional: 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 ehestmöglich mitzuteilen . | <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 ehestmöglich bereitzustellen . | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | Funktionsprüfung der Wirkleistungsvorgabe und Blindleistungsbereitstellung | 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. | Erforderlich, 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"/> |
| 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 22: Informationen und Unterlagen zur Konformitätsüberwachung