

## Schwarzstartanlage und technische Anforderungen

### 1 Schwarzstartanlage

#### 1.1 Einheiten der Schwarzstartanlage

Die Schwarzstartanlage umfasst im Rahmen dieses Vertrags die folgenden Einheiten der Anlage [...]:

Einheit	Nennleistung [MW]	Energy Identification Code (EIC)	MaStR.-Nr.
XX	[P <sub>nenn</sub> der Einheit]	XX	XX
XX	[P <sub>nenn</sub> der Einheit]	XX	XX
Wirkleistung der Schwarzstartanlage (P)	XX [Summe der P <sub>nenn</sub> der Einheiten]		

Für die Einheiten gelten die in diesem Anhang 1 genannten Betriebsgrenzen. Hinsichtlich der in diesem Anhang nicht definierten Betriebsgrenzen gelten die Betriebsgrenzen gemäß des für die Schwarzstartanlage bestehenden Netzanschlussvertrages. Falls der ÜNB nicht Vertragspartner des für die Schwarzstartanlage bestehenden Netzanschlussvertrags ist, so hat der Anlagenbetreiber dem ÜNB die entsprechenden Betriebsgrenzen mitzuteilen. Die Schwarzstartanlage hat im Übrigen die Vorgaben der technischen Anschlussrichtlinie VDE-AR-N 4120 „TAR Hochspannung“ bzw. 4130 „TAR Höchstspannung“ unter Berücksichtigung der Regelungen zum Bestandsschutz sowie die Netzanschlussregeln gemäß des vorgenannten Netzanschlussvertrags einzuhalten.

#### 1.2 Für Verfügbarkeit der Schwarzstartanlage mindestens erforderliche Einheiten

Die Schwarzstartanlage gilt im Sinne des § 6 dieses Vertrags als verfügbar, sofern mindestens [Anzahl erforderlicher Einheiten oder Mindestkombinationen von Einheiten XYZ zur Einhaltung aller geforderten technischen Mindestanforderungen und unter Einhaltung einer Summennennleistung von 200 MW, ggf. tabellarische Aufstellung] der Schwarzstartanlage mit einer Summennennleistung in Höhe von mindestens 200 MW (Netto-Einspeiseleistung am Netzanschlusspunkt) verfügbar [ist/sind].

### 2 Technische Anforderungen an die Schwarzstartanlage

#### 2.1 Anforderungen an die Schwarzstartfähigkeit

- Die schwarzfallfeste Eigenbedarfs-Versorgung der Schwarzstartanlage sowie der zum Betrieb notwendigen Sekundärsysteme und technischen Einrichtungen zur Primärenergieversorgung muss im Falle eines Netzzusammenbruchs vollständig intern erfolgen (keine externen Quellen).
- Die Schwarzstartanlage muss ohne externe Spannungsquellen aus Netzen Nennfrequenz

einprägen können (netzbildend) und ein vom ÜNB definiertes/vorgegebenes Teilnetz unter Spannung setzen können.

- Die Schwarzstartanlage muss selbständig [falls ÜNB nicht (alleiniger) Anschlussnetzbetreiber der Anlage ist, kann dieser Nebensatz ggf. entfallen/angepasst werden, ohne zusätzlichen Abstimmungsbedarf mit (dritten) Stromnetzbetreibern,] den Schwarzstartprozess auf Anweisung durch den ÜNB durchführen und alle verfügbaren Einheiten gemäß Ziffer 1 anfahren können.

### 2.1.1 Anforderungen an die Spannungsregelung

- Der Einheitentransformator muss einschließlich eines vorgesehenen hochzufahrenden Teilnetzes unter Spannung gesetzt werden können (Spannungsfahrt mit möglichst geringer Generator-/Einheitenanfangsspannung  $U_{G,min} \sim 10\%$ ). Dabei muss die Generator-/Einheitenspannung in wenigen Minuten rampenförmig von  $U_{G,min}$  auf 100 % hochgefahren werden können. Haltepunkte in der Spannungsfahrt sind ggf. bilateral und nach Können und Vermögen mit der Schwarzstartanlage zu vereinbaren.
- [Für Synchronmaschinen: Die Spannungsfahrt muss mit der Haupterregung durchgeführt werden, ab dem Zeitpunkt, nachdem auf das zuvor spannungslose Hochfahrnetz zugeschaltet wurde (Einschalten des Generatorleistungsschalters). Die Umschaltung auf Haupterregung erfolgt vor der Zuschaltung auf das Hochfahrnetz.]
- Die Arbeitspunkte des Generator-/P-Q-Diagramms der Einheit müssen während der Spannungsfahrt entsprechend der vorliegenden Generator-/Einheitenspannung zur Verfügung stehen.
- Nach dem Hochfahrvorgang muss die automatische Spannungsregelung (Spannungsregler-Modus) aktiviert werden (automatisch oder manuell), um bei Lastzuschaltungen im Netz die Spannung automatisch zu regeln.
- Nach der Spannungsfahrt muss die Schwarzstartanlage einen Betrieb im gesamten Generator-/P-Q-Betriebsdiagramm ermöglichen.
- Der Spannungsregler muss externe Sollwertvorgaben (Sollspannung) aus dem Leitsystem des ÜNB entgegennehmen und als Führungsgröße diesen folgen.
- In Bezug auf die Ausregelung von Blindleistungssprüngen und die Bereitstellung von Blindleistung am Netzanschlusspunkt ohne gleichzeitige Wirkleistungsabgabe sind die Anforderungen der technischen Anschlussrichtlinie VDE-AR-N 4120 „TAR Hochspannung“ bzw. 4130 „TAR Höchstspannung“ (Kapitel 10.2.1.5) unter Berücksichtigung der Regelungen zum Bestandsschutz zu erfüllen.

### 2.1.2 Anforderung an [den Anlagenregler der Netzfrequenz im Netzwiederaufbau]

- Die Verluste bei dem Hochfahren der Spannung müssen durch den Generator bzw. die Einheit gedeckt werden und die Inselnetzfrequenz muss bei der Spannungsfahrt geregelt werden. Die Regelung darf nicht zu Schwingungen der durch den Generator bzw. die Einheit eingprägten Inselnetzfrequenz führen.
- In dem Hochfahrnetz (Inselnetz) müssen Wirklasten von bis zu [Stoßfestigkeit in MW, die im Gebot angegeben wurde] MW und einem  $\cos(\phi) = 0,8$  (induktiv als auch kapazitiv) zugeschaltet werden können, dabei darf die Inselnetzfrequenz ausgehend von 50 Hz nicht unter 49 Hz absinken ( $\Delta f_{\max} \leq 1$  Hz). Die Frequenz in dem Inselnetz muss durch den [Anlagenregler der Netzfrequenz im Netzwiederaufbau] der schwarzstartfähigen Einheit geregelt werden und sich oberhalb von 49 Hz stabilisieren. Es darf nicht zu ungedämpften oder schlecht gedämpften Schwingungen der Frequenz kommen. Der [Anlagenregler der Netzfrequenz im Netzwiederaufbau] muss zusätzlich über eine Frequenzstatik verfügen. Die Frequenzstatik sowie die Bezugsgrößen sind mit dem ÜNB abzustimmen.
- Der automatische [Anlagenregler der Netzfrequenz im Netzwiederaufbau] der Schwarzstartanlage muss in der Lage sein, eine Netzfrequenz nach Vorgabe des ÜNB im Bereich von 49,0 Hz bis [51,0 oder 52,5, wie im Gebot angegeben] Hz einzustellen.
- [Für Synchronmaschinen: Es muss als [Anlagenregler der Netzfrequenz im Netzwiederaufbau] ein proportionaler Drehzahlregler in Betrieb sein. Falls eine zusätzliche unterlagerte Leistungsregelung vorhanden ist, muss der proportionale Drehzahlregler in einer Summenschaltung mit dem Leistungsregler (mit Frequenz-Statik-Aufschaltung) am Ausgang verknüpft sein.]
- Sollten im Rahmen von Betriebsversuchen gemäß § 8 des Vertrages unzulässige Interaktionen des [Anlagenreglers der Netzfrequenz im Netzwiederaufbau] auftreten, werden die Vertragspartner diese analysieren und das weitere Vorgehen abstimmen.
- [Der Anlagenregler der Netzfrequenz im Netzwiederaufbau] muss externe Sollwertvorgaben (Leistungssollwertvorgaben) aus dem Leitsystem des ÜNB entgegennehmen und als Führungsgröße diesen folgen. [Für Synchronmaschinen: Eine für den [Anlagenregler der Netzfrequenz im Netzwiederaufbau] ggf. erforderliche Umrechnung auf einen Drehzahlsollwert muss in der Schwarzstartanlage erfolgen.] Falls eine Umrechnung der externen Sollwertvorgabe erforderlich ist, sind die Umrechnungsfaktoren mit den ÜNB abzustimmen.

### 2.2 Anforderungen an die Inselbetriebsfähigkeit

- Schwarzstartanlagen müssen über die Fähigkeit zum Eigenbedarfsbetrieb i.S.d. Art. 2 Nr. 44 RfG-VO verfügen.

- Für den Netzwiederaufbau ist die Übertragung von aktuellen Betriebsdaten (Generator- bzw. Einheitenklemmspannung, Generator- bzw. Einheitenstrom usw.) erforderlich (siehe Anhang 2).
- Ein sicherer Betrieb der Schwarzstartanlage nach Netzschtaltung muss auch ohne Abgabe von Wirkleistung an das Netz möglich sein.

### 2.3 Anforderungen an die Einrichtungen der Schutz- und Leittechnik

- Der Blockschutz/Anlagenschutz und die Leittechnik muss das Einschalten eines Generator-/Einheitenleistungsschalters auf spannungslose Netzteile ermöglichen (nach dem Hochfahren des Generators / der Einheit im Bereich der Nennfrequenz). Der Generator-/Einheitenschalter muss auf Spannung Null zugeschaltet werden können.
- Ein Generator-/Einheitenunterspannungsschutz oder eine andere Schutzfunktion zum Schutz vor Unterspannungen darf während der Spannungsfahrt nicht auslösen. Wenn erforderlich, muss (müssen) diese Schutzfunktion(en) während der Spannungsfahrt deaktiviert sein und nach der Spannungsfahrt wieder aktiviert werden.
- Beim Zuschalten von Transformatoren entstehen Inrush-Ströme. Diese dürfen nicht zur Abschaltung der Schwarzstartanlage führen. Es muss eine Einrichtung zur Inrushstrom-Stabilisierung im Anlagenschutz vorhanden sein.
- Meldungen von Schutzeinrichtungen müssen dem operativen Wartenpersonal der Schwarzstartanlage rückgemeldet werden. Meldungen, die für den Schwarzstart potentiell kritische Situationen implizieren (z.B. Schieflast), sind dem ÜNB unverzüglich anzuzeigen und die Anlage bei Gefährdung sofort abzustellen. Richtwerte werden mit dem Betreiber der Schwarzstartanlage abgestimmt.

### 2.4 Anforderungen an den erweiterten Blindleistungsstellbereich der Schwarzstartanlage

- Der Blindleistungsstellbereich der gesamten Schwarzstartanlage muss mindestens einen Bereich von  $[Q_{\text{untererregt, wie im Gebot angegeben}}]$  Mvar induktiv bis  $[Q_{\text{übererregt, wie im Gebot angegeben}}]$  Mvar kapazitiv aufweisen.