

1 Schwarzstartanlage und technische Anforderungen

1 Schwarzstartanlage

1.1 Einheiten der Schwarzstartanlage

Die Schwarzstartanlage umfasst im Rahmen dieses Vertrags die folgenden Kraftwerkseinheiten (im Folgenden auch „Einheit“) des [Kraftwerksname]:

Einheit	Nennleistung je Einheit [MW]	Energy Identification Code (EIC)	MaStR.-Nr.
XX	[P _{nenn} der Einheit]	XX	XX
XX	[P _{nenn} der Einheit]	XX	XX

Für die Einheiten gelten die in diesem Anhang 1 genannten Betriebsgrenzen. Hinsichtlich der in diesem Anhang nicht definierten Betriebsgrenzen gelten die Betriebsgrenzen gemäß des Netzanschlussvertrages zwischen dem ÜNB und [Anlagenbetreiber bzw. bzgl. der Schwarzstartanlage relevanter Vertragspartner des ÜNB, falls abweichend]. 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 von P_{erf}, ggf. tabellarische Aufstellung] der Schwarzstartanlage verfügbar [ist / sind].

2 Technische Anforderungen an die Schwarzstartanlage

2.1 Anforderungen an die Schwarzstartfähigkeit

- Die schwarzfallfeste EB-Versorgung der Schwarzstartanlage sowie der zum Betrieb notwendigen Sekundärsysteme und technischen Einrichtungen zur

- 26 Primärenergieversorgung muss im Falle eines Netzzusammenbruchs vollständig
27 intern erfolgen (keine externen Quellen).
- 28 • Die Schwarzstartanlage muss ohne externe Spannungsquellen aus Netzen auf
29 Nenndrehzahl hochgefahren werden und ein vom ÜNB definiertes/vorgegebenes
30 Teilnetz unter Spannung setzen können.
 - 31 • Die Schwarzstartanlage muss selbständig [falls ÜNB nicht (alleiniger)
32 Anschlussnetzbetreiber der Anlage ist, kann dieser Nebensatz ggf.
33 entfallen/angepasst werden, ohne zusätzlichen Abstimmungsbedarf mit (dritten)
34 Stromnetzbetreibern,] den Schwarzstartprozess auf Anweisung durch den ÜNB
35 durchführen und alle verfügbaren Einheiten gemäß Ziffer 1 anfahren können.
36

37 **2.1.1 Anforderungen an die Spannungsregelung**

- 38 • Der Einheitentransformator muss einschließlich eines vorgesehenen
39 hochzufahrenden Teilnetzes unter Spannung gesetzt werden können
40 (Spannungsfahrt mit möglichst geringer Generator-/Einheitenanfangsspannung
41 $U_{G,min} \sim 10\%$). Dabei muss die Generator-/Einheitenspannung [ÜNB-spezifisch:
42 in wenigen Minuten/gemäß Absprache mit dem ÜNB] rampenförmig von $U_{G,min}$ auf
43 100 % hochgefahren werden können.
- 44 • [Optional, ÜNB-Auswahl] in Ergänzung zum ersten Spiegelstrich auszuformulieren:
45 Haltepunkte in der Spannungsfahrt sind ggf. bilateral und nach Können und
46 Vermögen mit der Schwarzstartanlage zu vereinbaren.]
- 47 • [Optional ÜNB-Auswahl, für Synchronmaschinen: Die Spannungsfahrt muss mit der
48 Haupterregung durchgeführt werden, ab dem Zeitpunkt, nachdem auf das zuvor
49 spannungslose Hochfahrnetz zugeschaltet wurde (Einschalten des
50 Generatorleistungsschalters). Die Umschaltung auf Haupterregung erfolgt vor der
51 Zuschaltung auf das Hochfahrnetz.]
- 52 • Die Arbeitspunkte des Generator-/P-Q-Diagramms der Einheit müssen während der
53 Spannungsfahrt entsprechend der vorliegenden Generator-/Einheitenspannung zur
54 Verfügung stehen.
- 55 • Nach dem Hochfahrvorgang muss die automatische Spannungsregelung
56 (Spannungsregler-Modus) aktiviert werden (automatisch oder manuell), um bei
57 Lastzuschaltungen im Netz die Spannung automatisch zu regeln.
- 58 • Nach der Spannungsfahrt muss die Schwarzstartanlage einen Betrieb im gesamten

- 59 Generator-/P-Q-Betriebsdiagramm ermöglichen.
- 60 • Der Spannungsregler muss externe Sollwertvorgaben (Sollspannung) aus dem
- 61 Leitsystem des ÜNB entgegennehmen und als Führungsgröße diesen folgen.
- 62 • [Optional, ÜNB-Auswahl Anforderungen an zusätzliche Regelmodi gemäß
- 63 Modalitäten für Anbieter von Systemdienstleistungen zum Netzwiederaufbau, darin
- 64 § 8 Abs. 3]
- 65

66 2.1.2 Anforderung an die Leistungs-Frequenz-Regelung

- 67 • Die Verluste bei dem Hochfahren der Spannung müssen durch den Generator bzw.
- 68 die Einheit gedeckt werden und die Inselnetzfrequenz muss bei der Spannungsfahrt
- 69 geregelt werden. Die Regelung darf nicht zu Schwingungen der durch den Generator
- 70 bzw. die Einheit eingprägten Inselnetzfrequenz führen.
- 71 • In dem Hochfahrnetz (Inselnetz) müssen Wirklasten von mindestens 10 % bezogen
- 72 auf die Summe der Einheitenennwirkleistung aller in Betrieb befindlichen Einheiten
- 73 [falls höher: , mindestens jedoch [Stoßfestigkeit in MW, die im Angebot angegeben
- 74 wurde] MW,] zugeschaltet werden können, dabei darf die Inselnetzfrequenz
- 75 ausgehend von 50 Hz nicht unter 49 Hz absinken ($\Delta f_{\max} \leq 1$ Hz). Die Frequenz in
- 76 dem Inselnetz muss durch den Leistungs-Frequenz-Regler der schwarzstartfähigen
- 77 Einheit geregelt werden und sich oberhalb von 49 Hz stabilisieren. Es darf nicht zu
- 78 ungedämpften oder schlecht gedämpften Schwingungen der Frequenz kommen.
- 79 Zusätzlich muss auf den Leistungssollwert eine Frequenzstatik aufgeschaltet sein.
- 80 Die Frequenzstatik sowie die Bezugsgrößen sind mit dem ÜNB abzustimmen.
- 81 • Der automatische Leistungs-Frequenz-Regler der Schwarzstartanlage muss in der
- 82 Lage sein, eine Netzfrequenz nach Vorgabe des ÜNB im Bereich von [$\leq 49,0$] Hz
- 83 bis [$\geq 51,0$] Hz einzustellen.
- 84 • [Optional ÜNB-Auswahl, für Synchronmaschinen: Es muss als Leistungs-Frequenz-
- 85 Regler ein proportionaler Drehzahlregler in Betrieb sein. Falls eine zusätzliche
- 86 unterlagerte Leistungsregelung vorhanden ist, muss der proportionale
- 87 Drehzahlregler in einer Summenschaltung mit dem Leistungsregler am Ausgang
- 88 verknüpft sein.]
- 89 • Sollten im Rahmen von Betriebsversuchen gemäß § 8 des Vertrages unzulässige
- 90 Interaktionen des Leistungs-Frequenz-Reglers auftreten, werden die
- 91 Vertragspartner diese analysieren und das weitere Vorgehen abstimmen.

- 92 • Die Leistungs-Frequenz-Regelung muss externe Sollwertvorgaben
93 (Leistungssollwertvorgaben) aus dem Leitsystem des ÜNB entgegennehmen und
94 als Führungsgröße diesen folgen. [Optional ÜNB-Auswahl, für Synchronmaschinen:
95 Eine für den Leistungs-Frequenz-Regler ggf. erforderliche Umrechnung auf einen
96 Drehzahlsollwert muss in der Schwarzstartanlage erfolgen.] Falls eine Umrechnung
97 der externen Sollwertvorgabe erforderlich ist, sind die Umrechnungsfaktoren mit
98 den ÜNB abzustimmen.
- 99 • [Optional, ÜNB-Auswahl] Anforderungen an zusätzliche Regelmodi gemäß
100 Modalitäten für Anbieter von Systemdienstleistungen zum Netzwiederaufbau, darin
101 § 8 Abs. 3]
102

103 2.2 Anforderungen an die Inselbetriebsfähigkeit

- 104 • Schwarzstartanlagen müssen über die Fähigkeit zum Eigenbedarfsbetrieb i.S.d.
105 Art. 2 Nr. 44 RfG-VO verfügen.
- 106 • Für den Netzwiederaufbau ist die Übertragung von aktuellen Betriebsdaten
107 (Generator- bzw. Einheitenklemmspannung, Generator- bzw. Einheitenstrom usw.)
108 erforderlich (siehe Anhang 2).
- 109 • Ein sicherer Betrieb der Schwarzstartanlage nach Netzschaltung muss auch ohne
110 Abgabe von Wirkleistung an das Netz möglich sein.
111

112 2.3 Anforderungen an die Einrichtungen der Schutz- und Leittechnik

- 113 • Der Blockschutz / Anlagenschutz und die Leittechnik muss das Einschalten eines
114 Generator-/Einheitenleistungsschalters auf spannungslose Netzteile ermöglichen
115 (nach dem Hochfahren des Generators/der Einheit im Bereich der Nennfrequenz).
116 Der Generator-/Einheitenschalter muss auf Spannung Null zugeschaltet werden
117 können.
- 118 • Ein Generator-/Einheitenunterspannungsschutz oder eine andere Schutzfunktion
119 zum Schutz vor Unterspannungen darf während der Spannungsfahrt nicht auslösen.
120 Wenn erforderlich muss diese Schutzfunktion/en während der Spannungsfahrt
121 deaktiviert sein und nach der Spannungsfahrt wieder aktiviert werden.
- 122 • [Optional ÜNB-Auswahl: Beim Zuschalten von Transformatoren entstehen Inrush-
123 Ströme. Diese dürfen nicht zur Abschaltung der Schwarzstartanlage führen. Es muss
124 eine Einrichtung zur Inrushstrom-Stabilisierung im Anlagenschutz vorhanden sein.]

- 125
- 126
- 127
- 128
- 129
- 130
- 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.

131 **2.4 [Optional, ÜNB Auswahl Anforderungen an den erweiterten**

132 **Blindleistungsbereich der Schwarzstartanlage]**

- 133
- 134
- 135
- 136
- 137
- 138
- Die Einheit der Schwarzstartanlage, die die Spannungsfahrt durchführt, muss über einen Blindleistungsbereich von [...] Mvar induktiv bis [...] Mvar kapazitiv verfügen.
 - Der Blindleistungsbereich der gesamten Schwarzstartanlage muss mindestens einen Bereich von [...] Mvar induktiv bis [...] Mvar kapazitiv aufweisen.