

Wartungscheckliste und Mindest-Wartungsumfang

USV-Gesamtanlage BG TFT Süd

60-kVA-USV (VFI) · VRLA-AGM-Reinblei-Batteriesystem · externer Wartungs-Bypass
60-V-DC-Umschaltanlage mit Batteriepuffer · Blindleistungskompensation ca. 150 kVAr · WinCC OA / Fernwartung

Bezug	LV 2025-28 / Pos. 00.07.0001 – Wartung/-Instandhaltung
Systemgrundlage	USV-Gesamtanlage BG TFT Süd gemäß Leistungsverzeichnis und Leistungsbeschreibung
Zweck	Mindestumfang für Ausschreibung, Kalkulation und spätere strukturierte Abarbeitung vor Ort
Intervalllogik	Halbjährliche Regelwartung (H) und jährliche erweiterte Wartung (J); J umfasst den H-Umfang des jeweiligen Termins

Anwendungshinweis: Nicht ausgeführte Prüfschritte sind im Bemerkungsfeld mit Begründung (z. B. „mangels Betriebsfreigabe nicht durchgeführt“) zu dokumentieren. Instandsetzung, Materialtausch, Firmware-Änderungen und belastende Sonderprüfungen sind nicht Bestandteil der Regelwartung, sofern sie nicht ausdrücklich separat beauftragt werden.

1. Anlagenanalyse aus der Vergabeunterlage

Die ausgeschriebene Anlage besteht nicht aus einer einzelnen USV, sondern aus einer gekoppelten elektrotechnischen Gesamtanlage mit AC-USV, separatem VRLA-AGM-Reinblei-Batteriesystem, externem Wartungs-Bypass, redundanter 60-V-DC-Umschaltteinrichtung mit Batteriepuffer, Blindleistungskompensationsanlage, brandschutztechnisch relevanten Leitungswegen zwischen Batterie- und USV-Raum sowie der Anbindung an WinCC OA und eine gesicherte Fernwartung. Der Wartungsumfang muss daher die Leistungselektronik, die stationären Batterien, die Schalt- und Schutzorgane, die Leitungs- und Brandschutzschnittstellen sowie die Leit- und Fernwirktechnik gemeinsam abdecken.

Baugruppe	Ausschreibungsrelevante Merkmale	Wartungstechnische Konsequenz
USV 60 kVA	Online-Doppelwandler VFI-SS-111, 3~ 400/230 V, statischer Bypass, aktive Kühlung, Modbus TCP/SNMPv3 bzw. gleichwertig	Regelmäßige Prüfung von Betriebszustand, Alarmhistorie, Ausgangsqualität, Kühlung, Bypass-Bereitschaft, Verschleißteilen und Kommunikationsschnittstellen.
USV-Batteriesystem	Stationäres VRLA-AGM-Reinblei-High-Rate-System, ≥ 60 min Autonomie, separates Batterieraumkonzept, Blockmonitoring (U/T/Z)	Zustandsbewertung blockweise, Trendanalyse, Prüfung von Batteriegestell, Schutzorganen, Lüftung, Temperaturführung und Berührungsschutz.
Externer Wartungs-Bypass	3P+N-Lastumschalter, Mittelstellung 'Aus', break-before-make, abschließbar	Sicht- und Funktionsprüfung der Verriegelung und Schaltlogik; reale Schalthandlungen nur in freigegebenen Betriebsfenstern.
60-V-DC-Umschaltteinrichtung	Redundante Umschaltteinrichtung, Ausgang 60 V DC, Umschaltzeit < 10 ms, Diagnosesignale zur Leitwarte	Prüfung der DC-Stabilität, Schutzorgane, Funktion der Umschaltung, Batteriegesundheit und End-to-End-Meldungen.
60-V-DC-Batteriepuffer	VRLA-AGM-Reinblei, typ. 5 × 12-V-Blöcke in Serie, ≥ 60 min Autonomie	Sicht-, Spannungs-, Temperatur- und ggf. Impedanzbewertung; Bewertung des Batteriealters getrennt von der AC-USV-Batterie.
Blindleistungskompensation	Dynamische BKA ca. 150 kVAr, verdrosselt/detuned, thyristorgeschaltet oder gleichwertig, Leittechnik-Anbindung	Prüfung von Regler, Stufenverhalten, cos-φ-Wirkung, thermischem Zustand von Drosseln/Kondensatoren/Leistungsteilen und Alarmpfaden.
Leitungs- und Schnittstellenebene	Brandschutzabschottungen, EMV-gerechte Trennung, PE/PA, WinCC OA, VPN/Fernwartung	Wartung umfasst auch Kennzeichnung, Zugänglichkeit, Sichtprüfung der Abschottungen, Datenpunktplausibilität und Rollen-/Zugriffsprüfung.

2. Intervalllogik, Begriffe und Abgrenzungen

Die vorliegende Liste ist modular aufgebaut, damit sie sowohl für halbjährliche als auch für jährliche Wartungsverträge verwendbar ist. Die jährliche Wartung ist nicht eine alternative, sondern eine erweiterte Wartungstiefe: Sie enthält den halbjährlichen Basisumfang des jeweiligen Termins und ergänzt diesen um freigabepflichtige Funktions- und Messprüfungen.

Begriff / Modul	Festlegung
H – halbjährliche Regelwartung	Nichtinvasive Inspektion und vorbeugende Wartung im Normalbetrieb bzw. mit minimalem betrieblichem Eingriff; Schwerpunkt auf Zustandsfeststellung, Trendbewertung, Sichtprüfung, Status-/Alarmkontrolle und Dokumentation.
J – jährliche erweiterte Wartung	H-Umfang plus freigabepflichtige Funktions- und Messprüfungen, z. B. Transferprüfungen, Thermografie, vertiefte Batterieanalyse, Ende-zu-Ende-Alarmtests und Datenstandsicherung.
i.O.	Der Prüfschritt erfüllt den projektspezifischen Sollzustand; es bestehen keine festgestellten Abweichungen mit Einfluss auf Funktion, Sicherheit oder Dokumentation.
n.i.O.	Der Prüfschritt zeigt eine technische oder dokumentarische Abweichung; Ursache, Risiko, Sofortmaßnahme und Folgemaßnahme sind in der Bemerkung bzw. im Mängelblatt festzuhalten.
Nicht ausgeführt	Prüfschritte, die ohne Betriebsfreigabe, Lastzustandsfreigabe, Herstellerfreigabe oder zusätzliche Beauftragung nicht zulässig sind, bleiben in i.O./n.i.O. leer und werden in der Bemerkung begründet.
Nicht Bestandteil der Regelwartung	Instandsetzung, Materialersatz, Parametrieränderungen, Firmware-/Software-Updates, DGUV-/VDE-Wiederholungsprüfungen außerhalb fälliger vertraglicher Leistung sowie belastende Entlade-/Autonomietests, sofern diese nicht gesondert beauftragt sind.

3. Ausführungs- und Sicherheitsvorgaben

- Arbeiten dürfen ausschließlich durch Elektrofachkräfte mit Erfahrung an USV-Anlagen, stationären VRLA-Batterien, Niederspannungs-Schaltanlagen und DC-Systemen ausgeführt werden; Schalthandlungen an Batterie- und Bypasspfaden sind mindestens im Vier-Augen-Prinzip vorzubereiten.
- Die herstellerseitigen Serviceanweisungen, die tatsächlichen As-built-Unterlagen und die projektspezifischen Grenzwerte haben Vorrang vor allgemeinen Erfahrungswerten. Starre Grenzwerte für Blockspannung, Erhaltungsladespannung, Ausgleichladung und Impedanz sind fabrikatsabhängig.
- Invasive Prüfungen, Umschaltungen, Transferprüfungen, Öffnen berührungsgeschützter Bereiche, Arbeiten an DC-Verbindern und jegliche Spannungsfreistellung erfordern eine abgestimmte Betriebsfreigabe des AG/Betriebsdienstes.
- Isolationsmessungen an eingebauten leistungselektronischen Baugruppen oder an angeschlossenen Batterie-/Elektronikpfaden sind nur zulässig, wenn der Hersteller dies ausdrücklich vorsieht und der betreffende Stromkreis sicher getrennt ist.
- Batteriearbeiten sind mit isoliertem Werkzeug, Kurzschlusschutz, geeigneter PSA und wirksamer Vermeidung von Zündquellen auszuführen. Polschutz und Berührungsschutz sind nach Abschluss sofort wiederherzustellen.
- Messgeräte müssen für die anstehende Messaufgabe geeignet und gültig kalibriert bzw. messtechnisch nachweisbar sein; zu dokumentieren sind Gerätetyp, Inventar-/Seriennummer und Kalibrierstatus.

4. Mindestausrüstung / Prüfmittel

Prüfmittel	Mindestanforderung	Einsatz
True-RMS-Multimeter	CAT-geeignet für den Einsatzort	AC-/DC-Spannung, Plausibilisierung lokaler Messwerte, Spannungsfeststellung.
Zangenamperemeter AC/DC	Strombereich passend zu Last- und Batteriestrom	Phasenströme USV, DC-Last- und Batteriestrom.
Batterie-Tester	Für VRLA zugelassene Impedanz-/Leitwertmessung	Blockweise Zustandsbewertung der USV- und 60-V-DC-Batterien.
Wärmebildkamera	Für elektrische Anlagen geeignete Auflösung/Temperaturbereich	Thermografie von Klemmen, Schutzorganen, BKA-Komponenten und DC-Verbindern.
Power-Quality-/Leistungsanalysator	Für Jahresmessungen geeignet; projektspezifisch ggf. Klasse A oder gleichwertig	USV-Ausgangsqualität, Leistungsfaktor, Spannungsstabilität, BKA-Wirkung.
Laptop / Service-Tool	Freigegebene Hersteller- und Leittechnik-Tools	Auslesen von Ereignissen, Parametern, Monitoring- und Trenddaten.
Drehmomentschlüssel / isoliertes Werkzeug	Nur für freigegebene spannungsfreie Arbeiten	Verbinderprüfung nach Herstellerforderung, mechanische Nacharbeit.
PSA / LOTO-Mittel	Anlage- und spannungsebene angemessen	Sichere Durchführung der Wartung.

5. Formblatt A – Anlagendaten und Wartungsrahmen

Projekt / Bezug		Wartungsdatum	
Anlage / Standort	BG TFT Süd – USV-Gesamtanlage	Wartungsintervall	<input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> J
Auftragnehmer		Techniker / Team	
AG-/Betriebsfreigabe		Betriebszustand Start	
Betriebszustand Ende		Serien-/Inventar-Nr. Hauptkomponenten	
Verwendete Prüfmittel / Kalibrierstatus		Bemerkungen vor Arbeitsbeginn	

6. Formblatt B – Halbjährliche Regelwartung (H)

Reihenfolge der Abarbeitung: erst Freigaben und Raumzustand, dann Sicht- und Statusprüfung im Normalbetrieb, anschließend Trend- und Monitoringbewertung, danach – soweit überhaupt freigegeben – minimale Funktionsnachweise. Schalthandlungen und Eingriffe in spannungsführende Bereiche sind im H-Umfang nur vorzunehmen, wenn dies betrieblich zugelassen ist.

Nr.	Prüfschritt / Durchführung / Sollkriterium	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert / Maßnahme
A. Vorbereitung, Freigaben und Rahmenbedingungen				
H-01	Freigaben, Unterlagen und Vorbefunde prüfen Durchführung: Aktuelle As-built-Unterlagen, Schaltpläne, Parametrierstände, letzte Wartungsprotokolle, offene Mängelliste, Alarmhistorie sowie Freigabe des AG/Betriebsdienstes vor Arbeitsbeginn vollständig prüfen; geplante Betriebszustandswechsel schriftlich bestätigen lassen. Sollkriterium: Aktuelle Unterlagen vorhanden; offener Maßnahmenstatus bekannt; Arbeitsfenster und Schalthandlungen freigegeben.			
H-02	Arbeits- und Anlagensicherheit herstellen Durchführung: PSA, isoliertes Werkzeug, Kurzschlusschutz für DC-Arbeiten, Absperrung des Arbeitsbereichs und Lockout/Tagout-Mittel bereitstellen; keine Arbeiten an freigegebenen Stromkreisen ohne zweipolige Spannungsfeststellung. Sollkriterium: Arbeitsplatz sicher eingerichtet; keine unkontrollierten Gefährdungen durch AC-/DC-Spannung, Kurzschluss oder unbeabsichtigtes Schalten.			
B. Raum-, Umgebungs- und Anlagenzustand				
H-03	USV-/Steuerungsraum sichtprüfen Durchführung: Raum auf Sauberkeit, Feuchte, Fremdkörper, zulässige Zugänglichkeit, freie Lüftungswege, ungehinderte Wartungsabstände und unzulässige Lagerung prüfen. Sollkriterium: Raum trocken, sauber und frei zugänglich; Belüftungs- und Wartungsabstände eingehalten.			
H-04	Batterieraum sichtprüfen Durchführung: Batterieraum auf Ordnung, Zugänglichkeit, Warn- und Kennzeichnungsschilder, Verbot von Zündquellen, freie Fluchtwege, Lüftungseinrichtungen und sichtbare Beschädigungen prüfen. Sollkriterium: Batterieraum betriebssicher; Kennzeichnung und Lüftung vorhanden; keine unzulässige Nutzung oder Lagerung.			
H-05	Raumklima und Lüftung bewerten Durchführung: Temperatur im Batterieraum und im USV-/Steuerungsraum messen bzw. aus dem Monitoring auslesen; Lüftungszustand, Luftführung und Filterzustand sichtprüfen. Referenzbereich zur Lebensdauererhaltung von VRLA-Reinblei typischerweise 20...25 °C, maßgeblich bleiben Hersteller- und Projektsollwerte. Sollkriterium: Temperaturen plausibel; keine thermische Überlastung; Lüftung			

Nr.	Prüfschritt / Durchführung / Sollkriterium	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert / Maßnahme
	wirksam und ohne Störung.			
C. USV 60 kVA – Normalbetriebsprüfung				
H-06	USV-Schrankanlage äußerlich prüfen Durchführung: Schränke, Türen, Verriegelungen, Sockel, Verankerung, Kabeleinführungen, Beschriftungen und Schutzabdeckungen sichtprüfen; auf Korrosion, Verschmutzung, Beschädigung und lose Teile achten. Sollkriterium: Mechanischer Zustand ohne Mangel; Verankerung, Beschriftung und Berührungsschutz intakt.			
H-07	USV-Bedienung, Status und Alarmhistorie prüfen Durchführung: HMI/Web-Interface/Service-Tool öffnen; Betriebsart, Sammelstörung, Batteriebetrieb, Bypassbetrieb, Lüftermeldungen, Servicehinweise und Ereignisspeicher seit letzter Wartung auslesen und plausibilisieren. Sollkriterium: Keine ungeklärten aktiven Alarmer; Betriebszustand plausibel; Ereignishistorie dokumentiert.			
H-08	USV-Betriebswerte aufnehmen Durchführung: Eingangs-, Ausgangs- und Bypasswerte auslesen bzw. messen: U, f, I, P, cos φ, Lastgrad, Batteriestrom/-spannung soweit verfügbar; Werte auf Plausibilität und Phasensymmetrie prüfen. Sollkriterium: Messwerte im parametrierten und lastseitig plausiblen Bereich; keine auffällige Unsymmetrie oder Überlast.			
H-09	USV-Kühlung und mechanische Auffälligkeiten prüfen Durchführung: Lüfter, Luftkanäle, Filter, Geräuschbild und Vibrationen bei laufender Anlage prüfen; Lüfterstörungen und reduzierte Drehzahl über Diagnosemenü kontrollieren. Sollkriterium: Freie Luftwege; keine ungewöhnlichen Geräusche/Vibrationen; keine Lüfterstörung.			
H-10	Statischen Bypass auf Bereitschaft prüfen Durchführung: Synchronisationsstatus, Bypassverfügbarkeit und Blockierungen über Anzeige/Service-Tool prüfen; keine reale Lastumschaltung ohne AG-Freigabe durchführen. Sollkriterium: Statischer Bypass betriebsbereit; keine Sperrung oder ungeklärte Abweichung.			
H-11	PE- und Potentialausgleich sichtbar prüfen Durchführung: Schutzleiter- und Potentialausgleichsverbindungen an USV, Batterieschränken, BKA und 60-V-DC-Anlage sichtprüfen; Kennzeichnung und mechanisch sichere Befestigung kontrollieren. Sollkriterium: Verbindungen sichtbar intakt; keine losen oder korrodierten PE-/PA-Anschlüsse.			
D. USV-Batteriesystem VRLA-AGM-Reinblei				
H-12	USV-Batterieschränke und Batterieblöcke sichtprüfen Durchführung: Batterieblöcke/Monoblocks, Verbinder, Polabdeckungen, Gestelle/Schränke und Anschlusschutz auf Aufblähung, Rissbildung, Leckage, Verfärbung, Korrosion und mechanische Beschädigung prüfen. Sollkriterium: Keine sichtbaren Batterie- oder Verbindedefekte; Berührungsschutz vollständig.			
H-13	USV-Batteriemonitoring auslesen Durchführung: String-/Gesamtspannung, Blockspannungen, Blocktemperaturen, Innenwiderstände/Impedanzen, Sensorstatus und Alarmgrenzen aus dem Monitoringsystem exportieren oder dokumentieren. Sollkriterium: Messdaten vollständig und plausibel; keine Sensorstörung; Trenddaten verfügbar.			
H-14	USV-Batterietrend bewerten			

Nr.	Prüfschritt / Durchführung / Sollkriterium	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert / Maßnahme
	Durchführung: Min./Max.-Werte und Ausreißer gegenüber Vorwerten, Stringmittel und Herstellerkriterien bewerten; auffällige Blöcke eindeutig kennzeichnen. Sollkriterium: Keine ungeklärten Ausreißer; Alterungs- oder Schädigungstendenzen bewertet und dokumentiert.			
H-15	DC-Schutzorgane der USV-Batterie sichtprüfen Durchführung: Batterie Hauptschalter, DC-Sicherungen/Leistungsschalter, DC-Trennstellen, Schloss/Abschließbarkeit und Beschriftung im Batterieraum sichtprüfen. Sollkriterium: Schutzorgane eindeutig gekennzeichnet, zugänglich und ohne sichtbaren Mangel.			
E. Externer Wartungs-Bypass				
H-16	Externer Wartungs-Bypass äußerlich prüfen Durchführung: Gehäuse, Schaltstellungsanzeige, Beschriftung, Schließbarkeit, mechanische Integrität und Zugang zum Wartungs-Bypass prüfen. Sollkriterium: Bypass-Schalter mechanisch intakt, eindeutig beschriftet und abschließbar.			
H-17	Bypass-Verriegelung und Schaltlogik verifizieren Durchführung: Mechanische Verriegelung, break-before-make-Konzept und Schaltfolge anhand der Stellungslogik, Beschriftung und des Schaltplans prüfen; reale Umschaltung nur mit AG-Freigabe. Sollkriterium: Parallelbetrieb USV/Netz konstruktiv ausgeschlossen; Schaltlogik nachvollziehbar.			
F. 60-V-DC-Umschalteneinrichtung und Batteriepuffer				
H-18	60-V-DC-Umschalteneinrichtung sichtprüfen Durchführung: Schrank/Gehäuse, Kabeleinführungen, Beschriftung, Lüftung, Anzeigen und mechanischen Zustand der 60-V-DC-Umschalteneinrichtung prüfen. Sollkriterium: Anlage mechanisch und optisch ohne Mangel; keine Kühlungs- oder Zugänglichkeitsprobleme.			
H-19	60-V-DC-Status und Meldungen prüfen Durchführung: Primäreinspeisung, Batteriebetrieb, Störung, Ereignisspeicher und Diagnosemeldungen auslesen; Zeitstempel und Meldeinhalte plausibilisieren. Sollkriterium: Keine ungeklärten aktiven Meldungen; Status- und Diagnosewerte schlüssig.			
H-20	60-V-DC-Betriebswerte aufnehmen Durchführung: Ausgangsspannung, Eingangszustände, Laststrom und Batteriespannung soweit verfügbar auslesen oder messen; gegen Sollwert der Parametrierung vergleichen. Sollkriterium: 60-V-DC-Ausgang stabil; Messwerte im parametrierten Bereich.			
H-21	60-V-DC-Batteriepuffer sicht- und trendprüfen Durchführung: Batterieblöcke, Verbinder, Polkennzeichnung, Temperatur-/Spannungswerte und ggf. Monitoringdaten der 60-V-DC-Batterie erfassen und auf Ausreißer bewerten. Sollkriterium: Keine sichtbaren Schäden; Spannungs- und Temperaturwerte plausibel.			
H-22	DC-Schutzorgane des 60-V-DC-Systems sichtprüfen Durchführung: Absicherungen, Trennmöglichkeiten, Beschriftung und Zugänglichkeit der Primär- und Batterieseite prüfen. Sollkriterium: Schutzorgane vorhanden, gekennzeichnet und ohne sichtbaren Mangel.			
G. Blindleistungskompensationsanlage				
H-23	Blindleistungskompensationsanlage äußerlich prüfen			

Nr.	Prüfschritt / Durchführung / Sollkriterium	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert / Maßnahme
	Durchführung: Schaltschrank, Verankerung, Türen, Filter/Lüfter, Kabeleinführungen und Beschriftung der BKA sichtprüfen. Sollkriterium: Mechanischer Zustand ordnungsgemäß; keine Verschmutzungs- oder Lüftungsprobleme.			
H-24	BKA-Regler- und Anlagenstatus prüfen Durchführung: Regleranzeige, Ziel-cos-φ, aktive Stufen, Störmeldungen, Übertemperatur- oder Schutzmeldungen und Ereignisspeicher prüfen. Sollkriterium: Keine ungeklärte Störung; Regler arbeitet plausibel.			
H-25	BKA-Leistungsteile sichtprüfen Durchführung: Kondensatoren, Drosseln, thyristorgeschaltete Leistungsstufen, Sicherungen und Anschlussräume – soweit ohne Demontage von Schutzabdeckungen möglich – auf Verfärbung, Ausbeulung, Geruch und lose Teile prüfen. Sollkriterium: Keine sichtbaren thermischen oder mechanischen Auffälligkeiten.			
H-26	Leistungsfaktor und Betriebsverhalten der BKA bewerten Durchführung: Momentanen cos φ und Stufenzustand am Regler bzw. per Messung unter realer Last aufnehmen; auf Über-/Unterkompensation prüfen. Sollkriterium: Leistungsfaktor und Stufenverhalten plausibel; keine dauerhafte Fehlkompensation erkennbar.			
H. Leittechnik, Fernwartung und Leitungs-/Brandschutzebene				
H-27	Leittechnik-Kommunikation plausibilisieren Durchführung: WinCC-OA-Anzeigen für USV, Batteriemonitoring, 60-V-DC-Anlage und BKA mit lokalen Anzeigen vergleichen; Zeitstempel, Werteaktualität und Zustandsabbildung prüfen. Sollkriterium: Datenpunkte aktuell und plausibel; keine Kommunikationsunterbrechung.			
H-28	Fernwartungsanbindung betrieblich prüfen Durchführung: Freigegebene VPN-/Remote-Service-Verbindung, Geräteerreichbarkeit, Benutzerrollen und Protokollierungsstatus anhand der freigegebenen Unterlagen prüfen; keine unautorisierte Dauersitzung zulassen. Sollkriterium: Fernwartung gemäß AG-Vorgaben konfiguriert; keine ungeklärte Zugriffsanomalie.			
H-29	Brandschutz und Leitungsführung sichtprüfen Durchführung: Kennzeichnung, Kabelbefestigung, Zugentlastung, EMV-gerechte Trennung sowie sichtbare Brandschutzabschottungen zwischen Batterie- und USV-Raum prüfen. Sollkriterium: Leitungsführung ordnungsgemäß; Abschottungen und Kennzeichnungen ohne sichtbaren Mangel.			
I. Abschluss, Wiederherstellung und Bericht				
H-30	Normalbetriebszustand wiederherstellen Durchführung: Vor Verlassen der Anlage Soll-Betriebsart, Bypassstellung, Alarmzustand, Schrankverschlüsse und Fernmeldungen kontrollieren; Arbeitsmittel entfernen. Sollkriterium: Anlage im freigegebenen Endzustand; keine Reststörung oder offene Schalthandlung.			
H-31	Mängel, Restpunkte und Empfehlungen dokumentieren Durchführung: Alle Abweichungen mit eindeutiger Ortsangabe, technischer Bewertung, Dringlichkeit und Maßnahme/Folgetermin dokumentieren; Messprotokolle beifügen. Sollkriterium: Bericht vollständig, nachvollziehbar und auditfähig.			

7. Formblatt C – Jährliche erweiterte Wartung (J)

Der J-Umfang ist zusätzlich zum H-Umfang des betreffenden Termins anzuwenden. Er enthält vertiefte Zustandsanalysen, freigegebene Funktionsprüfungen, Thermografie, Datenstandsicherung und die technische Jahresbewertung. Prüfungen mit potenzieller Betriebsbeeinflussung dürfen ausschließlich in abgestimmten Wartungsfenstern durchgeführt werden.

Nr.	Prüfschritt / Durchführung / Sollkriterium	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert / Maßnahme
A. USV – freigegebene Funktions- und Qualitätsprüfungen				
J-01	USV-Transfer Netz ↔ Batterie funktionsprüfen Durchführung: Mit AG-Freigabe und unter freigegebenem Lastzustand Netzausfall bzw. Netzwiederkehr nach Herstellervorgabe simulieren; Umschaltung auf Batterie und Rückkehr in den Normalbetrieb ohne Lastunterbrechung verifizieren. Sollkriterium: Umschaltung funktional einwandfrei; keine unzulässige Unterbrechung oder Folgealarmierung.			
J-02	Statischen Bypass und Rücktransfer funktionsprüfen Durchführung: Mit AG-Freigabe die Bypass-Funktion nach Herstellerserviceprozedur prüfen; sicheren Transfer und Rücktransfer dokumentieren. Sollkriterium: Bypass-Funktion ordnungsgemäß; kein Fehltransfer oder ungeklärtes Verhalten.			
J-03	Externen Wartungs-Bypass funktional prüfen Durchführung: Freigegebene Schaltfolge am externen Wartungs-Bypass durchführen; Verriegelung, definierte Mittelstellung und Rückkehr in den Normalbetrieb verifizieren. Spannungsfreiheit an der freigeschalteten USV nur zweipolig und gemäß Freigabe feststellen. Sollkriterium: Schaltfolge eindeutig und sicher; keine Rückspeisung in die isolierte USV; Endzustand korrekt.			
J-04	USV-Netzqualitäts- und Regelverhalten bewerten Durchführung: Mit geeigneter Messung U, f, ggf. THD-U und Spannungsstabilität am USV-Ausgang unter betrieblicher Last erfassen; natürliche oder freigegebene Laständerungen zur Plausibilisierung der Regelgüte heranziehen. Sollkriterium: Ausgangsqualität und Regelverhalten im projektspezifisch zulässigen Bereich.			
J-05	USV-Servicezähler und Verschleißteile bewerten Durchführung: Service-Menüs auf Lebensdauerzähler bzw. Austauschhinweise für Lüfter, DC-Zwischenkreis-/AC-Filterkondensatoren und weitere verschleißrelevante Baugruppen prüfen. Sollkriterium: Austauschbedarf bewertet; keine überfälligen Verschleißteile ohne Maßnahme.			
J-06	USV-Thermografie unter Last durchführen Durchführung: Bei repräsentativer Last zugängliche Anschlüsse, Schutzorgane, Kabeleinführungen und Leistungsteile thermografisch prüfen; Auffälligkeiten ortsgenau dokumentieren. Sollkriterium: Keine unzulässigen thermischen Hotspots oder Erwärmungasymmetrien.			
B. Vertiefte Zustandsbewertung des USV-Batteriesystems				
J-07	USV-Batterieblockwerte jahresbezogen auswerten Durchführung: Min./Max./Mittelwerte der Blockspannungen, Temperaturen und Innenwiderstände/Impedanzen gegenüber Vorjahr und Referenzzustand auswerten; degradierte Blöcke markieren. Sollkriterium: Jahrestrend bewertet; Ersatz- oder Beobachtungsbedarf technisch begründet.			
J-08	USV-Batterie Impedanz-/Leitwertmessung je Block durchführen Durchführung: Mit für VRLA geeigneter, herstellenseitig zulässiger Prüftechnik jeden Block messen; Messwerte eindeutig dem Block zuordnen und mit Vorwerten vergleichen.			

Nr.	Prüfschritt / Durchführung / Sollkriterium	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert / Maßnahme
	Sollkriterium: Messreihe vollständig; keine ungeklärten Ausreißer oder unbewerteten Alterungsindikatoren.			
J-09	USV-Batterieverbinder vertieft prüfen Durchführung: Verbindungsstellen thermografisch oder – ausschließlich spannungsfrei und nur soweit vom Hersteller gefordert – mit Drehmomentschlüssel prüfen; gewählte Prüfmethode dokumentieren. Sollkriterium: Kontaktstellen ohne Auffälligkeit; Prüfmethode norm- und herstellerekonform angewendet.			
J-10	Alarmierung des Batteriemonitorings prüfen Durchführung: Mindestens eine sichere, freigegebene Alarm- bzw. Diagnosefunktion des Batteriemonitorings verifizieren (z. B. Selbsttest, Sensorstatus, Kommunikationsalarm); keine riskanten Manipulationen an Batteriepolen durchführen. Sollkriterium: Alarmpfad und Selbstüberwachung funktionsfähig.			
J-11	Fälligkeit von Sonderprüfungen bewerten Durchführung: Anhand Herstellerempfehlung, Trenddaten und Anlagenrisiko bewerten, ob Autonomie-/Kapazitätstest, Lastbanktest oder Batterietauschplanung gesondert anzusetzen sind; Ergebnis dokumentieren. Sollkriterium: Entscheidung fachlich begründet und für den AG transparent dokumentiert.			
C. 60-V-DC-System – erweiterte Funktionsprüfung				
J-12	60-V-DC-Umschalteneinrichtung funktional prüfen Durchführung: Mit AG-Freigabe Ausfall der Primärversorgung simulieren und Umschaltung auf Batterie sowie Rückschaltung auf Primärversorgung prüfen; Umschaltzeit und Spannungsstabilität messen. Sollkriterium: Umschaltzeit < 10 ms bzw. projektseitiger Sollwert eingehalten; keine störende Versorgungslücke.			
J-13	60-V-DC-Batterie vertieft messen und bewerten Durchführung: Block-/Gesamtspannungen, Temperaturen und – soweit Messtechnik vorhanden – Innenwiderstände/Impedanzen der 60-V-DC-Batterie erfassen und trendbewerten. Sollkriterium: Messdaten vollständig und plausibel; kein ungeklärter Alterungsausreißer.			
J-14	60-V-DC-Pfade thermografisch prüfen Durchführung: DC-Schutzelemente, Verbinder, Klemmen und Leistungspfade unter repräsentativer Last thermografisch prüfen. Sollkriterium: Keine unzulässigen Erwärmungen oder Kontaktprobleme.			
D. Blindleistungskompensation – Wirksamkeit und Thermik				
J-15	BKA-Regelverhalten funktional prüfen Durchführung: Regler, Ziel-cos-φ und Stufen-/Leistungsreaktion unter vorhandener Last oder freigegebenem Servicemodus prüfen; Über- und Unterkompensation ausschließen. Sollkriterium: Regelverhalten stabil; Kompensation wirksam und plausibel.			
J-16	BKA-Thermografie und Bauteilzustand prüfen Durchführung: Kondensatorstufen, Drosseln, Thyristormodule, Sicherungen und Anschlüsse thermografisch und visuell prüfen; auf Übertemperatur, Ausbeulung und Verfärbung achten. Sollkriterium: Keine unzulässigen thermischen oder baulichen Auffälligkeiten.			
J-17	BKA-Schutz- und Sammelstörfunktion prüfen Durchführung: Soweit betrieblich zulässig mindestens Selbsttest/Diagnose und Alarmpfad der BKA verifizieren; Schutzmeldungen und Sammelstörung in Leittechnik plausibilisieren. Sollkriterium: Schutz- und Störmeldungen funktionsfähig.			

Nr.	Prüfschritt / Durchführung / Sollkriterium	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert / Maßnahme
E. Leittechnik, Fernwartung und Datenstandsicherung				
J-18	Ende-zu-Ende-Alarmtest zu WinCC OA durchführen Durchführung: Für USV, Batteriemonitoring, 60-V-DC-Anlage und BKA mindestens je einen freigegebenen Alarm- oder Statuswechsel bis in die Leitwarte/WinCC OA nachweisen. Sollkriterium: Meldungswege vollständig und eindeutig nachvollziehbar.			
J-19	Remote-Service und Berechtigungskonzept prüfen Durchführung: VPN, Benutzerrollen, Passwort-/Zertifikatsstatus nach AG-Vorgabe, Protokollierung und freigegebene Schnittstellenparameter kontrollieren; Änderungen nur mit AG-Freigabe. Sollkriterium: Fernzugriff regelkonform; keine unzulässigen Benutzer oder Sicherheitslücken im freigegebenen Umfang.			
J-20	Parameter- und Datenstandsicherung durchführen Durchführung: Relevante Parametriersätze, Ereignisprotokolle, Batteriemonitoring-Export, Geräteidentitäten und Firmware-/Softwarestände dokumentieren bzw. gesichert exportieren. Sollkriterium: Datenstand gesichert; Nachvollziehbarkeit für Folgejahre gegeben.			
F. Jahresbewertung und Erneuerungsplanung				
J-21	Jahresbewertung und Erneuerungsempfehlung erstellen Durchführung: Restlebensdauer- und Austauschbedarf für Batterien, Lüfter, Kondensatoren, BKA-Komponenten und sonstige Verschleißteile technisch begründen; Prioritäten und Termine vorschlagen. Sollkriterium: Jahresbewertung vollständig; Erneuerungsbedarf belastbar abgeleitet.			

8. Formblatt D – Messwert- und Trendblatt

Dieses Blatt dient der auditfähigen Verdichtung derjenigen Messwerte, die aus der H-/J-Wartung, dem Gerätemonitoring und den freigegebenen Funktionsprüfungen resultieren. Bei blockweisen Batteriemessungen können zusätzliche herstellerspezifische Anhänge beigelegt werden.

Messbereich	Einzutragende Werte	Istwert / Bemerkung
USV Eingang	Spannung L1/L2/L3 bzw. L-L, Frequenz, Strom je Phase, P, cos φ	
USV Ausgang	Spannung L1/L2/L3 bzw. L-L, Frequenz, Strom je Phase, P, cos φ, Lastgrad	
USV Bypass	Spannung/Frequenz und Status 'verfügbar / gesperrt'	
USV Batterie	Stringspannung, Batteriestrom, Min./Max.-Blockspannung, Min./Max.-Blocktemperatur	
60-V-DC-System	Primärversorgung, Batteriespannung, Ausgangsspannung, Laststrom	
60-V-DC-Umschaltung	Gemessene Umschaltzeit [ms], Spannungsminimum während Umschaltung	
BKA	Ziel-cos φ, Ist-cos φ, aktive Stufen/Leistung, ggf. THD/Netzparameter	

Messbereich	Einzutragende Werte	Istwert / Bemerkung
Raumklima	Temperatur Batterieraum, Temperatur USV- /Steuerungsraum	

9. Formblatt E – Mängel-, Maßnahmen- und Freigabeblatt

Nr.	Mangel / Abweichung	Risikoklasse	Sofort- / Folgemaßnahme	Frist / Verantwortlich

Gesamturteil	<input type="checkbox"/> betriebsbereit ohne wesentliche Einschränkung <input type="checkbox"/> betriebsbereit mit Mängeln <input type="checkbox"/> nicht betriebsbereit / Sofortmaßnahme erforderlich
Offene Punkte bis	
Techniker / Firma	
AG / Betriebsdienst (Kenntnisnahme)	