

# Wartungscheckliste und Wartungsinhalt

für wiederkehrende Wartungen an USV-Anlagen 30 kVA und 80 kVA, Batterieanlagen VRLA-AGM/Reinblei-High-Rate, externen Wartungsbypass-Schaltern, Batteriemonitoring, Remote-HMI/WinCC OA und Blindleistungskompensationsanlage  
Betriebsgebäude Tunnel Innsbrucker Platz (TIP)

Merkmal	Inhalt
Dokumenttyp	Vergabeanlage / Arbeits- und Dokumentationsformular für die wiederkehrende Wartung
Projekt / Vergabebezug	VE 2025-29 – Migration USV BG TIP
Objekt	Betriebsgebäude Tunnel Innsbrucker Platz (TIP)
Stand	07.04.2026
Wartungsmodell	Halbjährliche Regelwartung + jährliche Hauptwartung; bei rein jährlicher Beauftragung umfasst der Jahresumfang alle Halbjahrespositionen
Fachliche Basis	Leistungsbeschreibung / Leistungsverzeichnis VE 2025-29 „Migration USV BG TIP“ sowie vorhandene Entwurfsfassung einer Wartungscheckliste

Zweck dieses Dokuments ist die eindeutige Beschreibung des wiederkehrenden Wartungsumfangs für die in der Vergabe erfassten USV-, Batterie- und Kompensationsanlagen. Die Checkliste ist so formuliert, dass Bieter den Leistungsinhalt präzise kalkulieren können und die spätere Fachfirma die Wartung in einer logisch vorgegebenen Reihenfolge dokumentieren kann. Im Kollisionsfall gehen freigegebene Herstellervorgaben, Schaltanweisungen des Betreibers und sicherheitsrechtliche Festlegungen vor.

## 1 Zweck, Geltungsbereich und Anlagenanalyse

Die Checkliste gilt für die ausgeschriebenen Anlagenbestandteile der neuen USV-Versorgung im Betriebsgebäude TIP. Sie beschreibt wiederkehrende Inspektions-, Wartungs- und Funktionsprüfungen an USV-Leistungsteilen, Batterieanlagen, externen Wartungsbypass-Schaltern, Batteriemonitoring, Remote-HMI/Leitstellenintegration und Blindleistungskompensationsanlage. Sie ersetzt weder die herstellerseitige Betriebsanweisung noch gesonderte Prüfungen der ortsfesten elektrischen Anlage nach einschlägigen Betreiber- bzw. DGUV-Vorgaben.

### 1.1 Erfasste Baugruppen

Baugruppe	Wartungsrelevante Merkmale
USV-System 1	Online-USV in Doppelwandlertechnik (VFI), ca. 30 kVA, 3~ 400/230 V, 50 Hz; interner statischer Bypass; separater externer Wartungsbypass; Aufstellung des Leistungsteils im separaten USV-Raum.
USV-System 2	Online-USV in Doppelwandlertechnik (VFI), ca. 80 kVA, 3~ 400/230 V, 50 Hz; interner statischer Bypass; separater externer Wartungsbypass; bevorzugt modular aufgebaut; Aufstellung des Leistungsteils im separaten USV-Raum.
Batterieanlage je USV	Stationäre VRLA-Bleiakkumulatoren in AGM-Technologie, vorzugsweise Reinblei (High-Rate), 12-V-Frontanschlussblöcke, mindestens 150 Ah (C10, 25 °C, 1,80 V/Zelle) und mindestens 620 W je 12-V-Block (W15, 25 °C, 1,67 V/Zelle); Autonomie mindestens 60 min bei Nennlast; Auslegungslebensdauer mindestens 15 Jahre bei 25 °C.
Batterieraum / DC-Seite	Getrennte Aufstellung der Batterieanlagen im separaten Batterieraum mit DC-Haupttrennstelle, Strang-/Blocksicherungen, Berührungsschutz, Kennzeichnung, Potentialausgleich, Lüftung und brandschutztechnischer Abschottung.
Batteriemonitoring	Erfassung mindestens von Stringsplanung, Stringstrom und Temperatur; soweit verfügbar zusätzlich Blockspannungen und Impedanzen; Warn-/Störmeldungen an WinCC OA.
USV-Steuerung / Remote-HMI	Separater Steuerungs-/Bedienraum mit herstellerekonformer HMI bzw. Bedien- und Überwachungseinheit; Kommunikationsanbindung zur Leitstelle über

Baugruppe	Wartungsrelevante Merkmale
	Ethernet/Modbus/SNMP bzw. potentialfreie Kontakte.
Externer Wartungsbypass	Manuelle Last-Umschaltteinrichtung außerhalb des USV-Geräts mit Verriegelung gegen unzulässige Parallelbildung, definierter Stellungsmeldung und Schaltanweisung; Meldung „Wartungsbypass aktiv“ an die Leitstelle.
Blindleistungskompensationsanlage	Automatisch geregelte, mehrstufige, verdrosselte Blindleistungskompensationsanlage mit ca. 180–200 kVAr; Zielwert am Netzanschlusspunkt mindestens $\cos \phi = 0,95$ , bevorzugt nahe 1,0 ohne kapazitive Überkompensation; Kommunikationsanbindung zur Leitstelle.

## 2 Begriffe, Prämissen und Abgrenzungen

### 2.1 Arbeitsbegriffe

Begriff	Festlegung
i.O.	Der festgelegte Sollzustand ist erfüllt. Messwerte, Funktionen und sichtbarer Zustand liegen innerhalb der freigegebenen Hersteller- und Betreibergrenzen.
n.i.O.	Abweichung vom Sollzustand. Die Abweichung ist mit Ursache, Risiko, empfohlenem Maßnahmenumfang und Mangelklasse in der Spalte „Bemerkung / Messwert“ zu dokumentieren.
Herstellerwert	Freigegebener Soll-, Grenz- oder Referenzwert aus Datenblatt, Service-Manual, Parameterausdruck, Inbetriebnahmeprotokoll oder schriftlicher Herstellerfreigabe. Herstellerwerte haben Vorrang vor allgemeinen Richtwerten.
Halbjährliche Regelwartung	Nichtinvasive bzw. betriebssichere Regelwartung im 6-Monats-Intervall. Sie umfasst Zustandsaufnahme, Trendbewertung, Reinigung im zulässigen Umfang, Kommunikations- und Plausibilitätsprüfungen.
Jährliche Hauptwartung	Erweiterte Fachwartung im 12-Monats-Intervall. Sie umfasst die vollständige halbjährliche Regelwartung sowie zusätzliche Funktionsprüfungen, vertiefte Diagnostik und dokumentierte Parameter-/Konfigurationssicherungen.
Leistungsfaktor	Im vorliegenden Dokument wird – in Übereinstimmung mit Ausschreibung und Regleranzeige – der Regler-Sollwert der BKA als $\cos \phi$ bezeichnet. Bei ausgeprägten Oberschwingungen ist ergänzend der Gesamtleistungsfaktor $\lambda = P/S$ messtechnisch zu würdigen.

### 2.2 Prämissen und Leistungsabgrenzung

- Herstellerfreigaben, Grenzwerte für Erhaltungsladespannung, zulässige Block-/Stringabweichungen, Drehmomente, Firmwarestände und Serviceintervalle sind anlagen- bzw. fabrikatsspezifisch und daher vor Ort gegen die freigegebenen Herstellerunterlagen zu verifizieren.
- Der regelmäßige Wartungsumfang beinhaltet keine automatisch fällige Vollaautonomieprüfung über 60 Minuten bei Nennlast. Eine solche Prüfung ist wegen des Batterieverschleißes und der KRITIS-Betriebsrandbedingungen nur auf gesonderte Betreiberfreigabe auszuführen.
- Störungsbeseitigung, Ersatzteile, Batterieaustausch, Kondensatortausch, Leistungserweiterung, bauliche Mängelbeseitigung und wiederkehrende Gesamtanlagenprüfungen der Niederspannungsinstallation sind nicht automatisch Bestandteil dieser Checkliste, sofern sie nicht separat beauftragt werden.

## 3 Wartungsintervall und Prüfablauf

### 3.1 Intervallmodell

Wartungsart	Intervall	Leistungsinhalt
Halbjährlich	Alle 6 Monate	Vollständige Abarbeitung der Tabelle „Halbjährliche Regelwartung“. Keine erzwungene Vollaautonomieprüfung; keine routinemäßige Isolationsmessung an angeschlossener Leistungselektronik.
Jährlich	Alle 12 Monate	Vollständige Abarbeitung der Tabelle „Jährliche Hauptwartung“. Die jährliche Hauptwartung umfasst stets auch sämtliche Punkte der halbjährlichen Regelwartung.
Ereignisbezogen	Unverzüglich nach	Zusatzprüfung nach längerem Batteriebetrieb / Netzausfall, Auslösung von

Wartungsart	Intervall	Leistungsinhalt
	Ereignis	DC-Schutzorganen, wiederkehrenden USV- oder BKA-Störungen, Auffälligkeiten im Batteriemonitoring, Übertemperatur oder Arbeiten an Kabelwegen / Brandschottungen.

3.2 Verbindliche Prüfsequenz vor Ort

1. Arbeitsfreigabe, Gefährdungsbeurteilung, Sperr- und Rückfallkonzept, Prüfmittel- und PSA-Kontrolle.
2. Raum-, Umgebungs- und Kennzeichnungsprüfung in USV-Raum, Batterieraum und BKA-Aufstellbereich.
3. Auslesen von Ereignis- und Alarmhistorien, Sichtprüfung der HMI-/Monitoring- und Kommunikationszustände.
4. USV-bezogene Zustandsprüfung in der Reihenfolge 30 kVA → 80 kVA → externer Wartungsbypass.
5. Batteriebezogene Zustandsprüfung in der Reihenfolge Batterieraum → DC-Schutzorgane → Batteriestrings → Batteriemonitoring.
6. Prüfung der Leitstellenintegration und – soweit im Jahresumfang vorgesehen – End-to-End-Meldetest.
7. Prüfung der Blindleistungskompensationsanlage nach Sicht-, Betriebs- und Funktionskriterien.
8. Soweit freigegeben: kontrollierte Funktionsprüfungen (Batteriebetrieb, Bypass, Teilentladung) ausschließlich nach Schaltanweisung.
9. Wiederherstellung des Sollbetriebszustands, Sicherung der Parametrierungen/Protokolle, Maßnahmenplan und Gegenzeichnung.

4 Sicherheits- und Arbeitsvoraussetzungen

- Arbeiten an elektrischen Anlagen ausschließlich durch Elektrofachkräfte; Tätigkeiten im Inneren der USV nur durch herstellerautorisierte oder gleichwertig qualifizierte Fachkräfte.
- DIN VDE 0105-100, Schaltanweisungen des Betreibers und die fünf Sicherheitsregeln sind einzuhalten. Abweichungen hiervon sind unzulässig.
- Batteriekreise sind als energiereiche DC-Stromkreise zu behandeln. Kurzschluss-, Lichtbogen- und Verbrennungsgefahr sind in der Gefährdungsbeurteilung ausdrücklich zu adressieren.
- Routine-Drehmomentnachzüge an Batterieverbindern sind nicht im laufenden Betrieb durchzuführen. Eine Drehmomentprüfung bzw. ein Nachziehen ist nur nach Herstellerfreigabe und in sicher beherrschtem Anlagenzustand zulässig.
- Routinemäßige Isolationsmessungen an angeschlossenen USV-Leistungsteilen, BMS- oder Kommunikationsbaugruppen sind nicht Bestandteil der wiederkehrenden Wartung; solche Messungen sind nur an sicher getrennten und herstellerfreigegebenen Stromkreisen zulässig.
- Funktionsprüfungen mit Umschaltungen auf Batteriebetrieb, statischen Bypass oder externen Wartungsbypass nur nach Betreiberfreigabe, abgestimmter Lastsituation und dokumentierter Rückfallstrategie.
- Im Batterieraum: Feuer- und Rauchverbot, keine metallischen Schmuckstücke, isoliertes Werkzeug, geeignete PSA, freie Lüftungsquerschnitte, keine Lagerung betriebsfremder Materialien.

## 5 Halbjährliche Regelwartung – Checkliste

Hinweis: Nicht zutreffende Punkte sind in der Spalte „Bemerkung / Messwert“ mit „n.z.“ zu kennzeichnen. Bei n.i.O.-Befunden ist zusätzlich eine Mangelklasse A/B/C zu vergeben.

Nr.	Baugruppe / Prüfschritt	Prüf- und Wartungsinhalt	Durchführungs- weise / Prüfmittel	Soll- / Bewertungs- maßstab	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert
A. Arbeitsvorbereitung, Freigaben, Dokumente							
1	Unterlagen / Vorbefunde	Letzte Wartungsprotokolle, offene Mängel, Inbetriebnahmeprotokolle, freigegebene Parameterausdrucke, Schaltanweisungen und aktuelle Datenpunkt-/Schnittstellenlisten prüfen.	Dokumentenprüfung vor Arbeitsbeginn; offene kritische Punkte mit dem Betreiber abstimmen; nur freigegebene Dokumentstände verwenden.	Aktuelle Unterlagen vollständig vorhanden; keine ungeklärten kritischen Vorbefunde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Freigaben / Sperrkonzept	Arbeitsfreigabe, Schaltfreigabe, Rückfallkonzept und Verantwortlichkeiten prüfen.	Freigabeschein und Schaltanweisung abgleichen; Erreichbarkeit der verantwortlichen Betriebsführung sicherstellen.	Freigabe dokumentiert; Rückfallmaßnahme und Ansprechpartner benannt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Prüfmittel / PSA	Kalibrierstatus der Messgeräte, Eignung der Prüfspitzen/Klemmen, isoliertes Werkzeug und PSA prüfen.	Sicht- und Nachweisprüfung; Messgeräte mit gültiger Kalibrierung bzw. Funktionsnachweis verwenden.	Prüfmittel geeignet und einsatzbereit; PSA vollständig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Arbeitsstelle	Arbeitsbereich gegen unbefugten Zutritt sichern, Rettungswege und Wartungsflächen freihalten.	Sichtprüfung vor Beginn; Absperrung, Beschilderung und Ordnung herstellen.	Arbeitsbereich sicher und frei zugänglich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
B. Räume, Umgebungsbedingungen, Kennzeichnung							
5	USV-Raum	Sauberkeit, Zugänglichkeit, freie Lüftungswege, ausreichende Wartungsflächen, keine Feuchte-/Staubanreicherung prüfen.	Sichtprüfung; Verschmutzungen im zulässigen Umfang beseitigen; Hindernisse dokumentieren.	Raumzustand betriebsgerecht; keine unzulässige Verschmutzung oder Behinderung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Batterieraum	Sauberkeit, trockener Zustand, keine Korrosion an Umgebungsteilen, keine Fremdmaterialien, freie Zugänglichkeit und Kennzeichnung prüfen.	Sichtprüfung des gesamten Raums inklusive Boden, Rackzwischenräumen und Zugangstür.	Raumzustand betriebsgerecht; keine Fremdlagerung; keine Feuchte-/Korrosionsanzeichen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Raumtemperaturen	Raumtemperatur im USV-Raum und Batterieraum erfassen und dokumentieren.	Messung mit kalibriertem Temperaturmessgerät bzw. Vergleich mit installierten Sensoren.	Batterieraum im Regelbetrieb vorzugsweise 20–25 °C; Abweichungen bewerten und dokumentieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Batterieraumlüftung	Betriebszustand der Lüftung, Luftführung, Filterzustand und freie Zu-/Abluftquerschnitte prüfen.	Sichtprüfung, Funktionsanzeige prüfen, ggf. Luftstrom/Schaltzustand verifizieren.	Lüftung betriebsbereit; keine blockierten Luftwege; Sollkonzept des Batterieraums wirksam.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Kennzeichnungen / Sicherheitsinformati- onen	Anlagenbezeichnungen, Warnschilder, Einlinienschema, Notfallkontakte, Schaltstellungen und Batterieraumhinweise prüfen.	Sichtprüfung auf Lesbarkeit, Vollständigkeit und Aktualität.	Kennzeichnungen vollständig, lesbar und aktuell.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
C. USV-Systeme 30 kVA und 80 kVA							
10	USV 30 kVA – Gehäuse / Aufbau	Schrank, Türen, Schließungen, Sichtfenster, mechanische Befestigung und äußerer Zustand prüfen.	Sichtprüfung; auf Verformung, Beschädigung, lose Anbauteile und unzulässige Öffnungen achten.	Mechanischer Zustand einwandfrei; keine Beschädigungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	USV 80 kVA – Gehäuse / Aufbau	Wie Pos. 10 für das 80-kVA-System.	Sichtprüfung analog Pos. 10.	Mechanischer Zustand einwandfrei; keine Beschädigungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	USV 30 kVA – Lüfter / Filter	Lüfterlauf, Filterverschmutzung, Luftaustritt, ungewöhnliche Geräusche und Vibrationsverhalten prüfen.	Sicht-, Hör- und ggf. Luftstromprüfung; verschmutzte Filter gemäß Herstellerfreigabe reinigen/tauschen.	Keine Lüfterstörung; Luftkühlung wirksam; keine auffälligen Geräusche.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	USV 80 kVA – Lüfter / Filter	Wie Pos. 12 für das 80-kVA-System.	Sicht-, Hör- und ggf. Luftstromprüfung analog Pos. 12.	Keine Lüfterstörung; Luftkühlung wirksam; keine auffälligen Geräusche.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	USV-Ereignisspeicher	Alarm- und Ereignishistorie beider USV seit der letzten Wartung auslesen und bewerten.	Auslesen über lokale HMI, Remote-HMI oder Service-Tool; wiederkehrende Ereignisse typisieren.	Keine ungeklärten wiederkehrenden Fehler; Ereignisse plausibel und zeitlich nachvollziehbar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	USV 30 kVA – Betriebswerte	Eingangs-, Ausgangs-, Bypass- und Batteriemesswerte, Lastgrad, Betriebsmodus und Restlaufzeit (soweit	Messwerte an HMI ablesen und stichprobenweise mit TRMS-Messgerät/Zangenamperemeter	Betriebsmodus Normalbetrieb; Werte plausibel und innerhalb freigegebener Parametrierung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Nr.	Baugruppe / Prüfschritt	Prüf- und Wartungsinhalt	Durchführungs- weise / Prüfmittel	Soll- / Bewertungs- maßstab	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert
		verfügbar) erfassen.	plausibilisieren.				
16	USV 80 kVA – Betriebswerte	Wie Pos. 15 für das 80-kVA-System.	Messwerte an HMI ablesen und stichprobenweise plausibilisieren.	Betriebsmodus Normalbetrieb; Werte plausibel und innerhalb freigegebener Parametrierung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	USV-Parametrierung / Uhrzeit	Wesentliche Betriebsparameter, Datum/Uhrzeit, Alarmgrenzen, Batteriedaten und Benutzerberechtigungen auf Plausibilität prüfen.	Parametrierung gegen freigegebenen Sollstand bzw. letzten freigegebenen Parameterbackup vergleichen.	Keine nicht freigegebenen Parameteränderungen; Uhrzeit und Zeitstempel plausibel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	Interner statischer Bypass	Bereitschaft, Synchronisationszustand, Meldungen und interne Bypassbereitschaft prüfen.	Statusanzeige auslesen; Bypass- und Synchronisationsmeldungen bewerten.	Bypass bereit; keine ungeklärten Synchronisations- oder Störmeldungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	USV 30 kVA – Thermische Auffälligkeiten	Zugängliche Klemmen, Kabelanschlüsse und Gehäuseoberflächen auf thermische Auffälligkeiten prüfen.	Berührungslose Temperatur- /Thermografieprüfung unter aktueller Last; relative Bewertung gegen gleichartige Verbindungen.	Keine signifikanten Hotspots oder Verfärbungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	USV 80 kVA – Thermische Auffälligkeiten	Wie Pos. 19 für das 80-kVA-System.	Thermografie-/Temperaturprüfung analog Pos. 19.	Keine signifikanten Hotspots oder Verfärbungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	USV- Innenraumstatus (soweit ohne Eingriff erkennbar)	Sichtbare Anzeichen von Staubablagerung, Geruch, Verfärbung, Kondensatorauffälligkeiten oder Schmorstellen prüfen.	Sicht- und Geruchsprüfung ohne unzulässigen Eingriff in spannungsführende Bereiche.	Keine Auffälligkeiten; keine Hinweise auf thermische oder elektrische Schädigung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
D. Externe Wartungsbypässe							
22	Wartungsbypass 30 kVA – äußerer Zustand	Schaltergehäuse, Handhebel, Stellungsschild, Verriegelungen, Beschriftung und mechanische Integrität prüfen.	Sichtprüfung; Schalterstellung dokumentieren; keine Umschaltung ohne Freigabe.	Sollstellung eindeutig; keine mechanische Beschädigung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23	Wartungsbypass 80 kVA – äußerer Zustand	Wie Pos. 22 für das 80-kVA-System.	Sichtprüfung analog Pos. 22.	Sollstellung eindeutig; keine mechanische Beschädigung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
24	Bypass-Verriegelung / Schaltanweisung	Vorhandensein und Zustand von Verriegelung, Vorhängeschlossmöglichkeit und ausgehängter Schaltanweisung prüfen.	Sichtprüfung und Plausibilitätskontrolle gegen Einlinienschema.	Verriegelung funktionsgerecht; Schaltanweisung vollständig und lesbar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
25	Meldung „Wartungsbypass aktiv“	Rückmeldung des externen Wartungsbypass an HMI/Leitstelle prüfen.	Nichtinvasiv über vorhandene Statusanzeigen, Signalbild und historische Meldungen; invasiver Meldetest nur im Jahresumfang.	Meldekette plausibel; keine Kommunikations- oder Adressierungsfehler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
E. Batterieanlagen, DC-Schutzorgane, Batterieraumtechnik							
26	Batterieracks / - schränke / PA	Mechanischer Zustand der Racks/Schränke, Standsicherheit, Berührungsschutz, Kennzeichnung und Potentialausgleich prüfen.	Sichtprüfung aller zugänglichen Gestellteile, PE-/PA-Anschlüsse und Abdeckungen.	Mechanik i.O.; Abdeckungen vorhanden; Potentialausgleich vorhanden und unbeschädigt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
27	DC- Haupttrennstellen / Sicherungen	DC-Lasttrennschalter, stringweise Sicherungen, Sicherungsanzeiger und Verriegelungsmöglichkeiten prüfen.	Sichtprüfung der Schaltorgane und Kennzeichnungen; keine Schalthandlung ohne Freigabe.	Schutz- und Trennorgane eindeutig gekennzeichnet und unbeschädigt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
28	DC- Verbindungsleitunge n	Kabelverlegung, gemeinsame Plus- /Minusführung, mechanischer Schutz, Zugentlastung und Brandschottung prüfen.	Sichtprüfung der Trassen, Einführungen und Abschottungen.	Leitungsführung fachgerecht; kein Scheuern, keine lose Verlegung, Abschottungen intakt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
29	Batteriestringe – Stringspannung / Stringstrom	Stringspannungen, Erhaltungsladezustand, Stringströme und ggf. Lade-/Nachladestatus je Batterieanlage erfassen.	Ablesen über Batteriemonitoring bzw. USV/BMS; stichprobenweise mit geeignetem DC-Messgerät plausibilisieren.	Werte innerhalb freigegebener Hersteller-/USV-Parameter; keine ungeklärten Abweichungen zwischen vergleichbaren Strings.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
30	Batteriemonitoring – Trendbewertung	Trends für Blockspannungen, Impedanzen/Leitwerte (soweit vorhanden), Temperaturen und Warnschwellen auswerten.	Trendbericht seit letzter Wartung auslesen; Ausreißer und Drift gegenüber Baseline identifizieren.	Keine unbeurteilten Ausreißer; auffällige Blöcke eindeutig benannt und bewertet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
31	Batterieblöcke / Verbinder –	Gehäuse, Deckel, Pole, Verbinder, Isolierkappen und Beschriftung auf	Sichtprüfung jedes zugänglichen Blocks/Verbinders; keine Demontage von	Keine mechanischen Auffälligkeiten; keine Korrosion;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Nr .	Baugruppe / Prüfschritt	Prüf- und Wartungsinhalt	Durchführungs- weise / Prüfmittel	Soll- / Bewertungs- maßstab	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert
	Sichtprüfung	Aufblähung, Verfärbung, Rissbildung, Korrosion oder lose Abdeckungen prüfen.	Schutzabdeckungen ohne Freigabe.	Kennzeichnung lesbar.			
32	Batterieblöcke / Verbinder – Temperaturvergleich	Lokale Erwärmungen an Polen, Verbindern und Blockoberflächen prüfen.	Berührungslose Temperatur-/Thermografieprüfung; relative Bewertung gegen benachbarte, gleich belastete Elemente.	Keine signifikanten lokalen Übertemperaturen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
33	Temperatursensorik / Plausibilität	Plausibilität zwischen Raumtemperatur, Batterietemperatur und gemeldeten Sensordaten prüfen.	Vergleich installierter Sensoren mit Referenzmessung.	Sensorwerte plausibel; keine driftenden oder ausgefallenen Sensoren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
34	Ladezustand / Nachladeverhalten	Prüfen, ob nach vorangegangenen Entladungen die Nachladung ordnungsgemäß erfolgte und keine Restwarnungen aktiv sind.	Alarmhistorie und Ladestatus auswerten; Nachladedauer und Rückkehr in Erhaltungsladebetrieb bewerten.	Batterie wieder im freigegebenen Ladezustand; keine aktiven Tiefentlade- oder Ladefehlerwarnungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F. Remote-HMI, Batteriemonitoring, Leitstelle							
35	Remote-HMI / lokale Anzeige	Anzeigefunktion, Bedienbarkeit, Quittierung, Ereignisansicht und Plausibilität der dargestellten Zustände prüfen.	Funktionsprüfung ohne sicherheitsrelevante Schalthandlungen; Anzeigevergleich zur lokalen USV-HMI.	Anzeige vollständig und konsistent; keine eingefrorenen oder veralteten Werte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
36	Kommunikationsverbindungen	Status der Kommunikationsschnittstellen (Ethernet/Modbus/SNMP/Relais) zu USV, BMS und Leitstelle prüfen.	Link-/Statusanzeigen, Polling-Zustände, Meldedatenpunkte und ggf. SNMP-/Modbus-Kommunikationsstatus prüfen.	Kommunikation stabil; keine Paket-/Pollingfehler mit Anlagenbezug.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
37	Meldungs- und Zeitstempelplausibilität	Meldungen in HMI/BMS/WinCC OA auf zeitliche Konsistenz und eindeutige Zuordnung prüfen.	Vergleich gleicher Ereignisse über mehrere Systeme; Zeitstempel und Zustandsnamen abgleichen.	Zeitstempel konsistent; Ereignisse eindeutig und ohne Dublettenfehler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
38	Protokoll-/Datenexport	Service- und Trenddaten seit der letzten Wartung sichern.	Export gemäß Betreiberkonzept; Dateibenennung und Ablage dokumentieren.	Erforderliche Protokolle vorhanden und reproduzierbar archiviert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
G. Blindleistungskompensationsanlage							
39	BKA – äußerer Zustand	Schrank, Türen, Kennzeichnung, Sauberkeit, Lüfter und Filter prüfen.	Sichtprüfung des Gehäuses und der Luftführung; verschmutzte Filter im zulässigen Umfang reinigen/tauschen.	Mechanischer Zustand und Lüftung i.O.; keine unzulässige Verschmutzung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
40	BKA-Regler / Anzeigewerte	Regleranzeige, Sollwert, Ist-cos φ, zugeschaltete Stufen, Alarmhistorie und Betriebsart prüfen.	Werte am Regler und – soweit vorhanden – an der Leitstelle ablesen und dokumentieren.	Keine aktive Störung; Sollwert plausibel; Netzanschlusspunkt mindestens cos φ 0,95.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
41	BKA – Leistungsteile sichtbar	Zugängliche Kondensatorgehäuse, Drosseln, Schütze/Thyristoren, Sicherungen und Verdrahtung auf Verfärbung, Aufblähung oder thermische Auffälligkeiten prüfen.	Sicht- und berührungslose Temperaturprüfung ohne unzulässigen Eingriff in spannungsführende Teile.	Keine sichtbaren Schäden; keine thermischen Auffälligkeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
42	BKA – Regelverhalten im Bestand	Hinweise auf Stufenjagen, Überkompensation oder instabiles Regelverhalten prüfen.	Reglerhistorie, aktuelle Stufenfolge und Lastzustand bewerten.	Keine dauerhafte kapazitive Überkompensation; Regelung arbeitet plausibel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
43	BKA-Kommunikation / Leitstelle	Meldungs- und Messwertbereitstellung an die Leitstelle prüfen.	Statuswerte und Sammelstörung in WinCC OA bzw. Kommunikationsgateway plausibilisieren.	Kommunikation stabil; Anlagenzustand eindeutig abgebildet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
H. Abschluss							
44	Wiederherstellung Sollzustand	Nach Abschluss aller Prüfungen Sollschtzustand, Verriegelungen, Abdeckungen und Arbeitsbereich prüfen.	Endkontrolle der Anlagen vor Übergabe; ggf. temporäre Serviceeinstellungen zurücksetzen.	Anlage im definierten Sollbetriebszustand; keine offen gebliebenen Eingriffe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
45	Dokumentation / Maßnahmenplan	Messwerte, Abweichungen, Sofortmaßnahmen, Restmängel und Empfehlungen dokumentieren.	Wartungsprotokoll vollständig ausfüllen; Mangelklasse A/B/C angeben; Betreiber gegenzeichnen lassen.	Protokoll vollständig; Abweichungen eindeutig bewertet und verfolgt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## 6 Jährliche Hauptwartung – Checkliste

Hinweis: Die jährliche Hauptwartung umfasst stets auch die vollständige halbjährliche Regelwartung. Funktionsprüfungen mit Umschaltung oder Teilentladung dürfen ausschließlich nach Betreiberfreigabe und abgestimmter Schaltanweisung erfolgen.

Nr .	Baugruppe / Prüfschritt	Prüf- und Wartungsinhalt	Durchführungs- weise / Prüfmittel	Soll- / Bewertungs- maßstab	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert
------	-------------------------	--------------------------	---	-----------------------------------	------	--------	-------------------------

Nr.	Baugruppe / Prüfschritt	Prüf- und Wartungsinhalt	Durchführungs- weise / Prüfmittel	Soll- / Bewertungs- maßstab	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert
A. Allgemeiner Jahresumfang							
1	Umfangsbestätigung	Bestätigen, dass sämtliche Positionen der halbjährlichen Regelwartung im Rahmen der Jahreswartung vollständig abgearbeitet wurden.	Verweis auf das zugehörige Jahresprotokoll und Ergänzung um die nachfolgenden Jahrespositionen.	Jahreswartung umfasst vollständigen 6-Monats-Umfang.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	USV 30 kVA – kontrollierter Batteriebetrieb	Kontrollierte Funktionsprobe Übergang in Batteriebetrieb und Rückkehr in Normalbetrieb.	Nur nach Betreiberfreigabe und Schaltanweisung; Prüfdauer betriebsverträglich, i. d. R. kurzzeitig; Zeitstempel und Messwerte protokollieren.	Unterbrechungsfreier Übergang; keine Fehlermeldung; Rückkehr in definierten Normalbetrieb.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	USV 80 kVA – kontrollierter Batteriebetrieb	Wie Pos. 2 für das 80-kVA-System.	Funktionsprobe analog Pos. 2.	Unterbrechungsfreier Übergang; keine Fehlermeldung; Rückkehr in definierten Normalbetrieb.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Interner statischer Bypass – Funktionsbewertung	Verhalten des internen statischen Bypass, Synchronisationsbedingungen und Meldungen im Jahreskontext bewerten.	Status-/Ereignisbewertung und – soweit herstellerseitig vorgesehen – dokumentierte Prüfroutine.	Bypass funktionsbereit; keine ungeklärten Umschaltungen oder Synchronisationsfehler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Externer Wartungsbypass 30 kVA – Schaltprobe	Geplante Schaltprobe durch die Stellungen gemäß Schaltanweisung mit Nachweis der sicheren Lastübernahme und Rückschaltung.	Nur nach Betreiberfreigabe, Lastbewertung und dokumentierter Schaltfolge; Beobachtung von Meldungen und Versorgungskontinuität.	Schaltfolge sicher; keine unzulässige Parallelbildung; Lastversorgung nicht unterbrochen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Externer Wartungsbypass 80 kVA – Schaltprobe	Wie Pos. 5 für das 80-kVA-System.	Schaltprobe analog Pos. 5.	Schaltfolge sicher; keine unzulässige Parallelbildung; Lastversorgung nicht unterbrochen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Messkanäle / Plausibilitätsabgleich	Interne USV-Messkanäle für Spannung, Frequenz, Strom und Lastgrad mit Referenzmessung plausibilisieren.	Vergleich mit kalibriertem TRMS-Messgerät/Zangenamperemeter unter repräsentativer Last.	Messwertabweichungen innerhalb der herstellerseitigen Anzeigetoleranzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Firmware / Parameterbackup	Firmwarestände, Parametrierung und Konfigurationsbackup prüfen und sichern.	Vergleich mit freigegebenem Sollstand; Backup nach Betreiberkonzept erstellen.	Nur freigegebene Stände aktiv; Backup erfolgreich erstellt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	USV-Inneninspektion im sicheren Zustand	Innenprüfung von Leistungsteil, Kondensatoren, Sammelschienen, Anschlüssen und Lüftereinheiten, soweit nur im sicheren Zustand zulässig.	Spannungsfreischaltung bzw. herstellerfreigegebenes Verfahren; Sichtprüfung auf Alterung, Staub, Verfärbung, lockere Anschlüsse.	Keine unzulässigen Alterungs- oder Thermikhinweise; Innenraum betriebsgerecht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Verschleißteile / Präventivempfehlun- gen	Lüfterstandzeiten, Filterwechselbedarf, Kondensatoralter und sonstige herstellerrelevante Verschleißindikatoren bewerten.	Abgleich mit Betriebsstunden, Herstellerempfehlungen und Wartungshistorie.	Kein ungeplanter Austauschbedarf ohne Empfehlung; Maßnahmen vorausschauend benannt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
B. Batterieanlagen / vertiefte Diagnostik							
11	100-%- Blockspannungsauf- nahme	Alle 12-V-Blöcke aller Strings hinsichtlich Blockspannung erfassen und bewerten.	Messung über BMS oder mit geeignetem DC-Messgerät; eindeutige Zuordnung Block-ID ↔ Messwert.	Keine unbeurteilten Ausreißer; Abweichungen gegenüber Stringmittel bzw. Herstellergrenzen bewertet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	100-%-Impedanz- /Leitwertaufnahme	Alle Blöcke auf Impedanz/Leitwert erfassen, sofern durch Monitoring oder Servicegerät unterstützt.	Messung mit freigegebenem Verfahren; Trendvergleich mit Baseline und Vorjahreswerten.	Kein Block mit unbegründeter Trendverschlechterung; auffällige Blöcke klar benannt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Verbinder / Pole – Jahresprüfung	Pole, Verbinder und Anschlussstellen detailliert prüfen; Drehmomentprüfung nur nach Herstellerfreigabe und sicherem Arbeitsverfahren.	Sichtprüfung; gegebenenfalls gezielte Drehmomentkontrolle im spannungsfrei beherrschten Zustand bzw. nach freigegebener Teiltrennung.	Kontaktierung mechanisch und elektrisch i.O.; keine beschädigten Pole oder Verbinder.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	Batterieanlage 30 kVA – Teilentlade- /Autonomieplausibili- sierung	Kontrollierter Teilentladetest zur Plausibilisierung der Auslegung und des Systemverhaltens.	Nur nach Betreiberfreigabe; repräsentative Last, protokollierter Spannungs-/Stromverlauf und definierte Prüfdauer; keine unnötige Tiefentladung.	Entladeverhalten plausibel; keine instabilen Spannungsverläufe oder Abschaltprobleme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	Batterieanlage 80 kVA – Teilentlade- /Autonomieplausibili- sierung	Wie Pos. 14 für die 80-kVA-Batterieanlage.	Teilentladetest analog Pos. 14.	Entladeverhalten plausibel; keine instabilen Spannungsverläufe oder Abschaltprobleme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	Nachladeverhalten nach Test	Rückkehr in Erhaltungsladebetrieb, Nachladedauer und eventuelle Ladealarme bewerten.	Ladezustand nach Teilentladung beobachten und protokollieren.	Ordnungsgemäße Wiederaufladung; keine aktiven Ladefehler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	Lebensdauer- / Austauschbewertung	Verbleibende Nutzungsreserve der Batterieanlage aus Trenddaten,	Fachliche Gesamtbewertung mit Austausch- bzw. Einzelblockempfehlung.	Keine ungeklärten Lebensdauerrisiken;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Nr.	Baugruppe / Prüfschritt	Prüf- und Wartungsinhalt	Durchführungs- weise / Prüfmittel	Soll- / Bewertungs- maßstab	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert
		Betriebszustand, Temperaturhistorie und Testverhalten bewerten.		Handlungsempfehlungen schriftlich vorhanden.			
C. Batterieraumtechnik / Sicherheit							
18	Lüftungsnachweis / H2-Sicherheitskonzept	Wirksamkeit des Lüftungskonzepts, Betriebszustände, Filter und – soweit vorhanden – H2- oder Raumüberwachung prüfen.	Abgleich gegen Anlagendokumentation, Sichtprüfung und ggf. Funktions-/Statuskontrolle der Sensorik.	Lüftungs- und Sicherheitskonzept wirksam; keine Hinweise auf unzureichende Ableitung oder Sensorfehler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	Brandschutz / Kabelabschottungen / Fluchtwege	Brandschutzkennzeichnung, Abschottungen, Feuerlöscheinrichtungen nach Betreiberkonzept und freie Fluchtwege prüfen.	Sichtprüfung auf Vollständigkeit, Beschädigung und Zugänglichkeit.	Brandschutztechnischer Zustand i.O.; Abschottungen und Kennzeichnungen intakt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
D. Leitstelle, HMI, Kommunikation							
20	End-to-End-Meldetest	Definierte Zustände (z. B. Batteriebetrieb, Bypass, Wartungsbypass aktiv, Batterie-Warnung, BKA-Störung) bis in WinCC OA prüfen.	Gezielte Funktionsauslösung nur nach Freigabe bzw. unter Nutzung vorhandener Testfunktionen; Zeitstempel und Visualisierung dokumentieren.	Meldeweg vollständig und eindeutig; keine vertauschten oder fehlenden Datenpunkte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	Konfigurationssicherung	Backup von HMI-/USV-/BMS-/Gateway-Konfigurationen, Datenpunktlisten, MIB-/Registerlisten und relevanten Serviceprotokollen durchführen.	Export nach Betreiberkonzept; Ablage und Dateibezeichnung dokumentieren.	Konfigurationen gesichert und reproduzierbar abgelegt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
E. Blindleistungskompensationsanlage – Jahresumfang							
22	BKA-Reglerparameter / Stromwandlerzuordnung	Reglersollwert, Stufenlogik, Verzögerungszeiten, CT-Verhältnis, CT-Polung bzw. Messrichtung und Betriebsart prüfen.	Abgleich Reglerparameter mit Inbetriebnahme-/Sollstand; bei Abweichung Ursachenbewertung.	Parameter plausibel; CT-Zuordnung korrekt; keine Fehlregelung aufgrund Parametrierung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23	BKA – interne Jahresinspektion	Interne Sichtprüfung der Kondensatoren, Drosseln, Schütze/Thyristoren, Sicherungen, Entladewiderstände und Lüfter im sicheren Zustand.	Nur nach sicherer Abschaltung bzw. freigegebener Arbeitsweise; Sicht- und Temperaturbewertung.	Keine Aufblähung, Leckage, Brandspuren, Kontaktabbrand- oder Drosselschäden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
24	BKA – Funktionsprüfung Stufenschaltung	Automatik- und – soweit zulässig – manuelle Stufenanforderung prüfen.	Stufenfolge, Zuschalt- und Abschaltverhalten, Störmeldungen und Rückmeldungen dokumentieren.	Stufen schalten nachvollziehbar; keine Fehlstufen oder Schwingneigung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
25	BKA – Netzverhalten	Unter repräsentativer Last cos φ, Kompensationsverhalten und Hinweise auf Überkompensation bzw. Resonanz bewerten.	Ablesung Regler/Netzmessung; bei auffälligen Ereignissen ergänzende Netzqualitäts- oder Oberschwingungsbewertung veranlassen.	Netzanschlusspunkt mindestens cos φ 0,95; keine anhaltende kapazitive Überkompensation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F. Jahresabschluss							
26	Jahresbericht / Maßnahmenkatalog	Zusammenfassende Bewertung von Verfügbarkeit, Batteriezustand, Bypass-Sicherheit, Kommunikationszustand und BKA-Zustand erstellen.	Jahresbericht mit Messwerten, Trendgrafiken/Anlagenprotokollen, Mangelklassen und terminierter Maßnahmenliste erstellen.	Jahresbericht vollständig, nachvollziehbar und gegenzeichnet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## 7 Ereignisbezogene außerplanmäßige Prüfung

Diese Tabelle ist zusätzlich anzuwenden, wenn außergewöhnliche Betriebsereignisse oder Schadensindikationen auftreten.

Nr.	Prüfschritt	Prüf- und Wartungsinhalt	Durchführungs- weise / Prüfmittel	Soll- / Bewertungs- maßstab	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert
1	Ereignis dokumentieren	Art des Ereignisses, Beginn/Ende, betroffene Anlagenteile, Lastzustand und Bedienhandlungen erfassen.	Zeitachse aus WinCC OA, USV-Historie, BMS und Schichtbuch sichern.	Ereignis lückenlos dokumentiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Historische Daten sichern	Ereignis-, Alarm-, Trend- und Störprotokolle vor weiterer Bearbeitung exportieren.	Export aus USV, BMS, HMI, Gateway und BKA-Regler durchführen.	Relevante Rohdaten gesichert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	USV-Betriebszustand nach Ereignis	Prüfen, ob beide USV wieder im Sollbetriebsmodus arbeiten und keine latenten Fehlermeldungen anstehen.	Statusprüfung an HMI/Leitstelle; Restwarnungen auswerten.	Normalbetrieb wiederhergestellt; keine ungeklärten Folgealarme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Batteriebelastung bewerten	Dauer und Tiefe des Batteriebetriebs sowie Nachladeverhalten bewerten.	Verlauf von Stringsplanung, -strom, Restlaufzeit und Ladezustand aus Trenddaten analysieren.	Belastung fachlich bewertet; keine un beurteilten Folgen für Batterielebensdauer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Nr .	Prüfschritt	Prüf- und Wartungsinhalt	Durchführungs- weise / Prüfmittel	Soll- / Bewertungs- maßstab	i.O.	n.i.O.	Bemerkung / Messwert
5	Block-/Stringdiagnostik	Auffällige Strings/Blöcke nach Ereignis gezielt auf Spannung, Temperatur und Impedanz prüfen.	Trendvergleich vor/nach dem Ereignis; bei Bedarf Zusatzmessung.	Keine ungeklärten Ausreißer; schwache Blöcke eindeutig benannt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	DC-Schutzorgane / Bypasszustände	Zustand von Sicherungen, Trennstellen, Wartungsbypass und internen Bypassmeldungen prüfen.	Sicht- und Statusprüfung; Schaltstellungen dokumentieren.	Schalt- und Schutzorgane im Sollzustand.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Thermische Nachkontrolle	Nach dem Ereignis zugängliche Anschlüsse, Verbinder und Leistungsteile thermisch bewerten.	Berührungslose Temperatur- /Thermografieprüfung nach Laststabilisierung.	Keine auffälligen Hotspots.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Raum- und Umgebungsursachen	Übertemperatur, Lüftungsstörung, Feuchte oder Fremdeinfluss als Mitursache prüfen.	Raumsensoren, Lüftungsstatus und örtliche Situation auswerten.	Keine unbeurteilten Umgebungsursachen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Kommunikation / Leitstelle	Prüfen, ob alle Ereignisse korrekt in WinCC OA erschienen sind und quittiert werden können.	Abgleich der Zeitstempel und Meldetexte zwischen Feldgerät und Leitstelle.	Leitstellenabbild korrekt und konsistent.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Freigabe und Folgemaßnahmen	Festlegen, ob Anlage wieder freigegeben wird, ob Einzelmaßnahmen sofort erforderlich sind oder ob vertiefte Diagnose anzusetzen ist.	Bewertung durch verantwortliche Fachkraft; Maßnahmenplan mit Termin und Verantwortlichem.	Freigabe- /Maßnahmenentscheidung dokumentiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## 8 Pflichtmesswerte / Kennwerte

### 8.1 Pflichtmesswerte – halbjährliche Regelwartung

Parameter	Einheit	Anlage 30 / Raum	Anlage 80 / BKA	Bemerkung / Detail
Raumtemperatur USV-Raum	°C			
Raumtemperatur Batterieraum	°C			
USV 30 kVA – Lastgrad	%			
USV 30 kVA – U_out	V			
USV 30 kVA – f_out	Hz			
USV 80 kVA – Lastgrad	%			
USV 80 kVA – U_out	V			
USV 80 kVA – f_out	Hz			
Batterie 30 kVA – Stringspannung	V			
Batterie 30 kVA – Stringstrom	A			
Batterie 80 kVA – Stringspannung	V			
Batterie 80 kVA – Stringstrom	A			
BKA – cos φ	—			
BKA – zugeschaltete Stufen	n			

### 8.2 Ergänzende Pflichtmesswerte – jährliche Hauptwartung

Parameter	Einheit	Anlage 30 / Raum	Anlage 80 / BKA	Bemerkung / Detail
Batterie 30 kVA – schwächster Block	Block-ID / V / mΩ			
Batterie 80 kVA – schwächster Block	Block-ID / V / mΩ			
USV 30 kVA – Teilentladung	min / A / V_min			
USV 80 kVA – Teilentladung	min / A / V_min			
Nachladezeit bis Erhaltungsladebetrieb	h			

Parameter	Einheit	Anlage 30 / Raum	Anlage 80 / BKA	Bemerkung / Detail
BKA – repräsentativer cos φ unter Last	—			
Auffällige Hotspots	Anzahl / Ort			

## 9 Mangelklassifizierung und Unterschriften

Bei jeder Abweichung ist zusätzlich zur Kennzeichnung n.i.O. eine Mangelklasse zu vergeben. Die Einordnung dient der priorisierten Maßnahmensteuerung und ersetzt keine sicherheitsrechtliche Gefährdungsbeurteilung im Einzelfall.

Mangelklasse	Bedeutung
A	Akute Gefährdung für Personen, Betriebssicherheit oder Anlagenverfügbarkeit; unverzügliche Meldung an den Betreiber und sofortige Sicherungsmaßnahme erforderlich.
B	Erheblicher Mangel mit zeitnahe Korrekturbedarf; sichere Weiterfahrt/-betrieb möglich, jedoch mit terminierter kurzfristiger Maßnahmenumsetzung.
C	Beobachtungsmangel ohne unmittelbare Gefährdung; Nachverfolgung bis zur nächsten geplanten Wartung oder im Rahmen eines separaten Maßnahmenpakets.

Anlage / Objekt		Datum	
Firma / Servicepartner		Arbeitsauftrag Nr.	
Techniker 1		Techniker 2	
Ankunft / Beginn		Abfahrt / Ende	
Freigabe durch Betreiber		Gegenzeichnung Betreiber	
Unterschrift Fachfirma		Mangelklasse A/B/C vorhanden	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja

Dokumentationshinweis: Messwertlisten mit herstellerspezifischen Zusatzparametern (z. B. Block-IDs, Impedanzwerte, Firmwarestände, Thermografiebilder, Parameterbackups) sind dem Wartungsprotokoll als Anlagen beizufügen. Sofern die endgültige Stringanzahl oder Blockanzahl je Anlage von der Ausführungsplanung abweicht, sind die Messwerttabellen um anlagenspezifische Zusatzblätter zu ergänzen.