

Manfred Beier

EPS Energy Protection Services GmbH
Walter-Rathenau-Ring 26

59581 Warstein-Belecke

www.eps-belecke.com



7. VDE-Jahresforum Instandhaltung elektrischer Anlagen

Wartung und Instandhaltung von USV-Anlagen

Statische USV-Anlagen werden überall dort eingesetzt wo eine Störung in der öffentlichen Netzversorgung empfindliche Prozesse, Umwelt oder Personen gefährden kann. Die **Unterbrechungsfreie-Strom-Versorgung (USV)** bezieht ihre Energie zur Überbrückung des Netzausfalls aus Batterien. Die Kapazität und Zuverlässigkeit der Batterieanlage bestimmt die verfügbare Überbrückungszeit des Netzausfalls, entsprechend der USV Auslastung. Damit nicht erst durch einen Netzausfall eine Fehlfunktion an der USV oder Batterieanlage erkannt wird, darf die regelmäßige Wartung der USV und Batterieanlage nicht vernachlässigt werden. Der Betreiber von Geräten, sowie ortsfester Anlagen und Betriebsmittel ist gesetzlich zur regelmäßigen Prüfung und deren Protokollierung verpflichtet. Die Regeln der Technik geben die jeweiligen Fristen, sowie die Maßnahmen zur Planung und deren Durchführung vor.

Waren die Hersteller von USV-Anlagen in der Vergangenheit noch bemüht den Wartungsaufwand ihrer Systeme mit einem gelegentlichen entstauben als sehr gering darzustellen, ist heute durch die zunehmende Komplexität der USV-Anlagen deren Wartungsbedarf nachvollziehbar. Ein möglichst servicefreundlicher Aufbau der USV dient einem problemlosen Wartungsablauf und kurzen Stillstands Zeiten im Falle der Instandsetzung. So servicefreundlich die USV-Anlagen auch mit der Zeit geworden sind, die Durchführung der Wartungsarbeiten erfordert eine intensive Ausbildung und Kenntnisse des entsprechenden USV-Systems.

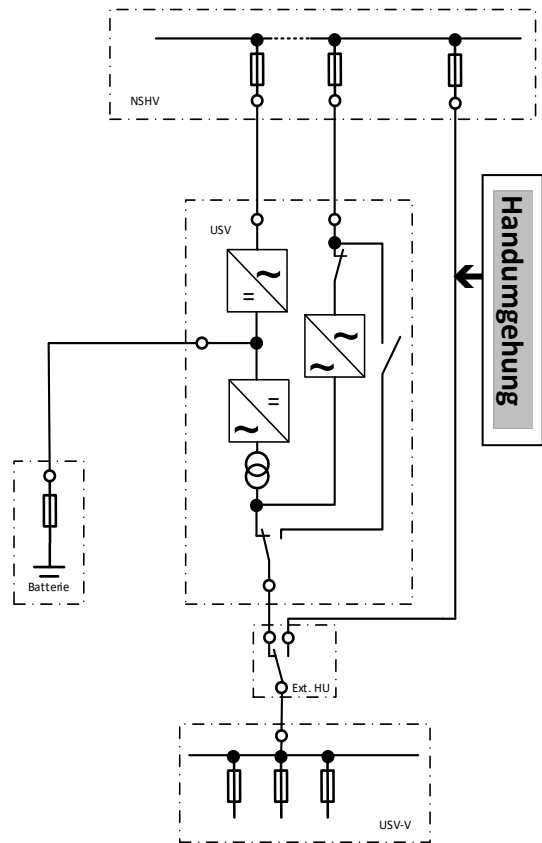
Die Anforderung zur Wartung einer USV-Anlage geht über die Kenntnisse zur Bedienung und Freischaltung, sowie der Inbetriebnahme oder Fehleranalyse, der USV hinaus. Neben den üblichen Werkzeugen und Messmitteln (CAT III...) wird die aktuelle Software, sowie deren update, für das entsprechende USV-System zur Durchführung einer professionellen Wartungsleistung benötigt. Diese Anforderungen und der damit verbundene permanenter Schulungsbedarf sind durch das eigene Personal des Betreibers kaum noch zu realisieren. Aus diesem Grund erfolgt die Übertragung der Wartung von hoch technischen Anlagen an erfahrene Fachfirmen.

Was ist für eine effektive Wartung der USV-Anlage erforderlich? Vorab sind die organisatorischen Fragen zu klären wie z.B.: der günstigste Zeitpunkt für den Wartungstermin entsprechend den internen Betriebsabläufen abstimmen. Wurden bei der letzten Wartung im Wartungsprotokoll Schwachstellen vermerkt, deren Behebung im Zuge der nächsten Wartung erfolgen soll? Ist das erforderliche Personal mit Schaltberechtigung, bzw. ein Freigabeschein zur Freischaltung der USV-Anlage für den geplanten Termin der USV-Wartungsarbeiten verfügbar? Wurde eine schriftliche Bestellung zur Wartung der USV-Anlage erstellt und ist die Abstimmung mit dem Anlagenverantwortlichen hinsichtlich der aktuellen Gefährdungsbeurteilung erfolgt? Bereits diese Schritte im Rahmen der Wartungsvorbereitung sind als Beleg über die Erbringung der Betreiberpflichten zu dokumentieren.

Zur Durchführung der Wartungsarbeiten an der USV-Anlage muss diese teilweise freigeschaltet werden. Da auch im Stillstand einige wichtige Verbraucher weiterhin eine Versorgungsspannung benötigen, erhalten diese Verbraucher via Umgehung für den Zeitraum der USV-Freischaltung ihre Versorgung durch das öffentliche Netz und sind somit für die Dauer der Umgehung netzabhängig. Eine Handumgehung ist bei einigen USV-Anlagen intern zur Freischaltung der USV enthalten und ermöglicht Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an der USV-Anlage. Wurde bei der USV-Planung an eine externe Handumgehung gedacht, so ermöglicht diese eine totale Freischaltung der USV-Anlage.

Die externe Handumgehung ermöglicht nicht nur die Serviceleistungen an der USV-Anlage, sondern macht auch einen

USV Blockschaltbild



kompletten Austausch der USV-Anlage möglich, bei gleichzeitiger Netzversorgung der angeschlossenen USV-Verbraucher. Kann der Betreiber der Anlage das Risiko, auch einer kurzfristigen Netzversorgung nicht akzeptieren, so erfolgt die Spannungsversorgung dieser sensiblen Verbraucher über ein redundantes USV-Parallelsystem. Das Parallelsystem wird für die USV-Wartung blockweise freigeschaltet; während an einem USV-Block die Wartung erfolgt übernimmt der verbleibende USV-Block des Parallelverbundes die Verbraucherversorgung. Sowohl bei Einzelanlagen wie auch bei dieser USV-Variante kommt es zur Prüfung des „Nadelöhrs“, die lückenlose Um- und Rückschaltung der Verbraucher zwischen Wechselrichter-Betrieb der USV-Anlage und Netz-Betrieb über die Elektronische Umschalt-Einrichtung (EUE) der USV-Anlage.

In der DIN 31051: 2019-06 und DIN EN 13306 : 2018-02 wird die Instandhaltung als Gesamtheit der Maßnahmen zur Bewahrung des Soll-Zustandes, sowie zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes definiert. Die Durchführung der Wartung einer USV-Anlage hat demnach das Ziel der Bewahrung des Soll-Zustandes der USV-Anlage.

Um den Soll-Zustand einer Anlage aufrecht zu erhalten bedarf es folgender Mindestleistungen:

Die **Reinigung** der freigeschalteten USV-Anlage, insbesondere die Entfernung von Staubablagerungen und Fremdkörpern in der Anlage. Für die Reinigung ist ein Staubsauger und isolierter Reinigungspinsel erforderlich. Die Verwendung von Druckluft eignet sich nur bei gleichzeitiger Absaugung, um den Staub nicht unnötig zu verteilen. Die **Überprüfung der Lüftung** und Begutachtung der Ablagerung auf eine dadurch entstehende mögliche leitende Verbindung. Je nach Ort und Lage des Technischen Betriebsraums kann durch die Raumbelüftung leitender Staub, z.B. durch Reifenabrieb aus einer Tiefgarage oder Ähnliches in die USV gelangen. Wird eine solche Schwachstelle, z.B. durch aggressive Atmosphäre festgestellt, sind Verbesserungen der Lüftung zu prüfen und/oder eine Modifizierung der USV durch Schutz der Kupferschienen, Leiterkarten usw., als Anpassung an den Aufstellungsort zu klären.

Mechanische Prüfung der Verbindungen. Schraubenkontrolle auf Festigkeit und Begutachtung der USV hinsichtlich Korrosionsbildung am Schrank und den mechanischen Verbindungen. Kontrolle der Steckverbindungen auf korrekte Verbindung. Überprüfung der Leistungskabel auf Spuren einer Überbelastung.

Ergänzend können die Wartungsarbeiten der USV-Anlage durch eine Inspektion der USV-Anlage, unter der aktuellen Belastung, mit einer Thermografie-Untersuchung unterstützt werden

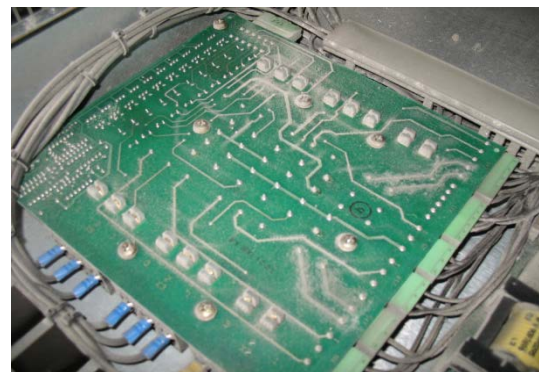
Fehlerhafte Schraubverbindung



Abschaltung durch Übertemperatur



Fehlende Filtermatten



Für die nun darauf folgenden Arbeiten wird die USV-Anlage teilweise wieder in Betrieb gesetzt, um Spannungswerte der Eigenversorgung, sowie **Einstellbereiche** von Überwachungen und Kennlinien, zu **überprüfen**, bzw. zu **justieren**. Je nach USV-Typ kommt für diese Prüfungen die Wartungs-Software des Herstellers zum Einsatz alternativ werden diese Werte manuell ermittelt und protokolliert. Wenn auch das Messen der entsprechenden Signal- oder Spannungswerte lt. der Norm kein Arbeiten unter Spannung darstellt, so ist auf größte Sorgfalt bei dem Heranführen der Messgeräte an den Messpunkt zu achten.

Ebenso ist die Eignung der verwendeten Messmittel bei der USV-Wartung zu beachten. Kommen in der Industrie und Krankenhäusern USV-Anlagen mit einem Doppelwandler-System und ca. 108 Batteriezellen im DC-Zwischenkreis zum Einsatz, werden im RZ-Bereich häufig kompakte „trafolose“ USV-Anlagen mit 192 Batteriezellen und mehr im DC-Zwischenkreis verwendet. Bei diesen USV-Systemen besteht über den Gleichrichter der USV-Anlage keine Potentialtrennung zwischen der Netzversorgung und der USV-Batterieanlage. Falscher Messmitteleinsatz gefährdet hier Personen und USV-Anlage.

Nach der Norm EN 61010-1 werden folgende Messkategorien definiert: Tabelle 1

CAT I	Messungen an Stromkreisen, die nicht direkt mit dem Netz verbunden sind	z.B. Batterien etc.
CAT II	Messungen an Stromkreisen, die elektrisch direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind	über Stecker z.B. in Haushalt, Büro und Labor
CAT III	Messungen in der Gebäudeinstallation	Stationäre Verbraucher, Verteileranschluss, Geräte fest am Verteiler
CAT IV	Messungen an der Quelle der Niederspannungsinstallation	Zähler, Hauptanschluss, primärer Überstromschutz

Quelle: elektrofachkraft.de Newsletter vom 25.04.2020 / Wählen sie die richtige Kategorie bei Messgeräte

Vor dem Funktionstest der Batterieanlage erfolgt eine **Inspektion** der **Batterieanlage** um vorab bestehende Mängel festzustellen. Dies umfasst bei geschlossenen Batterietypen die Kontrolle ausreichender Batteriesäure, sowie bei geschlossenen und verschlossenen Batterietypen eine Sichtprüfung der Batteriegefäße, Block- und Etagenverbinder, Kontrolle der Batteriespannung. Nach positivem Verlauf der Batterieinspektion erfolgt die Prüfung der Batteriekapazität durch Entladung der Batterie mit der aktuellen USV-Last oder Verwendung externer Lastwiderstände.

Die Prüfung der USV-Batterie unter Verwendung der aktuellen USV-Last erfolgt unter Deaktivierung des Gleichrichters der USV-Anlage und entspricht somit einer Simulation des Netzausfalls. Eine Analyse der Batterie-Entladekurve gibt Auskunft über die zu erwartende Überbrückungszeit der USV-Anlage bei einer Störung der Netzversorgung. Erfolgte in der Zwischenzeit eine Veränderung der USV-Verbraucherlast, kann der Betreiber überprüfen, ob die festgestellte Autonomiezeit seinen Anforderungen noch entspricht. Falls erforderlich, können vor dem nächsten Netzausfall, entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden.

Ziel der USV-Wartung ist die mängelfreie Übergabe an den Betreiber. Wird bei der Batteriefunktionsprüfung ein Mangel festgestellt, ist eine kurzfristige Lösung erforderlich. Ein Zellenkurzschluss oder Hochohmigkeit eines Batterieblocks kann aufgrund der Spannungsabweichung innerhalb der Batterieanlage zur Abschaltung des Wechselrichters führen. Bei einem Netzausfall ist die Funktion der USV-Anlage nicht gewährleistet und es kommt zum Ausfall der Verbraucher. Bei dem Funktionstest innerhalb der USV-Wartung werden die von der USV versorgten Verbraucher über die EUE lückenlos vom Netz weiter versorgt. Zur vorübergehenden Herstellung der USV-Funktion wird der defekte Batterieblock überbrückt. Die sich daraus ergebende Reduzierung der aktiven Batteriezellen erfordert eine Anpassung der Ladespannung zur Vermeidung einer „Überladung“ der verbleibenden Batteriezellen und Justierung der Überwachungen auf die Werte der provisorischen Batteriespannung. Mit dieser Maßnahme ist zwar die USV-Funktion bei einem auftretenden Netzausfall gegeben, in diesem Falle ist umgehend eine weitere Prüfung und Instandsetzung der USV-Batterieanlage durchzuführen.

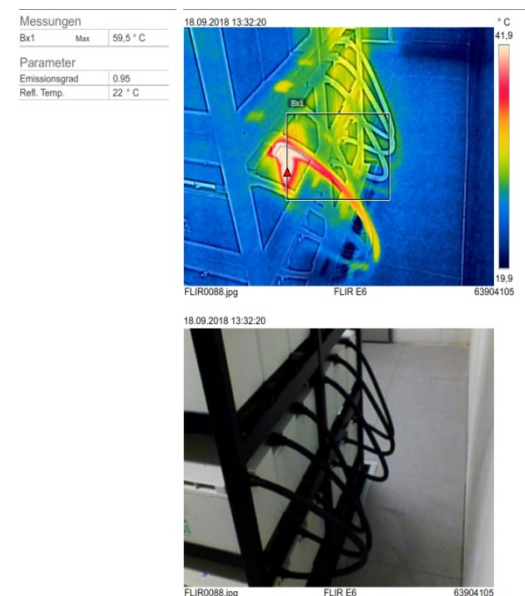
Die Inspektion der Batterieanlage innerhalb der USV-Wartung ersetzt nicht die Wartung und erforderliche Pflege der Batterie.

Nach Erfassung und Analyse der USV-Anlagen relevanten Messwerte erfolgt die **Störungssimulation** einzelner USV-Komponenten und die Prüfung ihrer Überwachungen. Gleichzeitig werden die Fernsignale auf Meldung der erzeugten **Störsignale** an den **potentialfreien Fernmeldekontakten** geprüft.

Zellenkurzschluss im Batterieblock



Mangelhafter Etagenverbinder



Am Display der USV-Anlage erfolgt jeweils die Prüfung der **optischen Anzeige** des aktuellen Betriebszustands. Die Speicherung der simulierten Störung der USV-Anlage während der Wartungsarbeiten wird im **Fehlerspeicher** der USV ausgelesen und der Fehlerspeicher anschließend **quittiert**.

Die im Rahmen der USV-Wartung erfolgten Tätigkeiten und erfassten Messwerte der USV-Anlage werden im Wartungsprotokoll dokumentiert. Des Weiteren werden, entsprechend der erreichten Gebrauchsdauer der USV-Anlage, die bei der nächsten Wartung erforderlichen Maßnahmen im Protokoll vermerkt. Insbesondere Bauteile, die einem Verschleiß unterliegen, sind zur Aufrechterhaltung der USV-Funktions-sicherheit rechtzeitig, vor ihrem Ge-brauchsdauerende auszutauschen. Im Instandhaltungsplan der USV-Anlage handelt es sich um Bauteile der USV-Anlage wie z.B. Lüfter mit einer Betriebszeit von ca. 40.000 Stunden, Elektrolytkondensatoren im DC-Filter-kreis mit einer Lebensdauer von ca. 100.000 Stunden oder den AC-Filter-kondensatoren im Ausgang der USV mit einer Nutzungsdauer von ca. 70.000 Betriebsstunden. Die Gebrauchsdauer der Batterie unterliegt verschiedenen Faktoren: abgesehen von der Raum-temperatur, erhöht durch die Verbraucher erzeugte Oberwellen mit ihren Rückwirkungen in der Batterie einen Anstieg der Batterieblock-temperatur. Dies führt innerhalb der Batterieanlage zum Wasserverlust, der durch die Batteriepflege bei den ge-schlossenen Batterietypen ausgeglichen wird. Bei den verschlossenen Batterien ist dies nicht möglich und hiermit trifft die häufig verwendete Bezeichnung „*wartungsfrei*“ für diesen Batterietyp zu. Je nach Anzahl der verwendeten Batterieblöcke ist mit einer Reduzierung der zu erwartenden Brauchbarkeits-dauer der Batterie im USV-Einsatz zu rechnen. Bei der Planung des Batterie-austausches sind die Auswertungen der vorausgegangenen USV-Wartungen zu berücksichtigen.

Mit Überreichen des Wartungs-protokolls und Übergabe einer mängelfreien der USV-Anlage ist die Wartung der USV abgeschlossen.

Für die Durchführung der jährlichen USV-Wartung werden dem Betreiber verschiedene Vertragsvarianten ange-boten. Je nach der Betriebssituation und vorhandenen eigenen Personal geht die Scala der Vertragsformen von der klassischen Wartung bis hin zur Einbindung der Instandsetzung und In-standhaltung der USV-Anlage, mit oder ohne Batterie, in den Wartungsvertrag.

Fazit

Die Investition in eine USV-Anlage dient zur Sicherstellung der betrieblichen Abläufe im Falle einer Störung der Versorgung aus dem öffentlichen Netz. Zur Aufrechterhaltung der USV-Funktionssicherheit ist die regelmäßige Wartung der USV-Anlage durch eine geschulte Elektrofachkraft mit den nötigen Kenntnissen, elektronischen und mechanischen Werkzeugen, sowie den geeigneten Messgeräten erforder-lich. Um kurzfristig in der Lage zu sein, eine Instandsetzung der USV-Anlage durchzuführen, bedarf es verfügbarer Ersatzteile. Durch eine termingerechte Planung der USV Instandhaltungsmaß-nahmen wird die USV-Anlagenzu-verlässigkeit gewährleistet.