

ANWENDUNGSBERICHT

Sechs grundlegende Tests für die Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft Ihrer USV-Anlage

Wichtige Einrichtungen wie Rechenzentren, Krankenhäuser, Flughäfen und Versorgungsbetriebe müssen stets einsatzbereit sein. Da immer mehr Organisationen die Daten für ihre Arbeit und die Transaktionsverarbeitung in die Cloud verlagern, werden Rechenzentren immer wichtiger. Schließlich arbeiten sie nicht nur für eine einzige Organisation, sondern möglicherweise für mehrere hundert. Im Falle eines Netzausfalls ist kein Spielraum für Ausfallzeiten. Die Umschaltung zur Reserve-Stromversorgung muss nahtlos und augenblicklich erfolgen.



Dazu sichern Rechenzentren ihre wichtigen Systeme normalerweise mit unterbrechungsfreien Stromversorgungssystemen (USV) ab. Die USV-Systeme sind immer aktiviert und bereit, bei einem Ausfall die nötige Stromversorgung umgehend zu gewährleisten, bis der Hilfsgenerator angelaufen ist.

Regelmäßige Tests einzelner Akkuzellen sowie des gesamten USV-Systems sind sowohl für die Zuverlässigkeit als auch für eine maximale Lebensdauer der Akkus unumgänglich. Fällt ein einzelner Akku in einem Strang aus, hat dies nicht nur Auswirkungen auf den jeweiligen Akku, sondern auf den gesamten Strang. Wenn ein einzelner Akku ausfällt, geht der gesamte Akkustrang offline, und wichtige Verbraucher bleiben ohne Stromversorgung. Ein einzelner fehlerhafter Akku kann zudem die Nutzungsdauer der anliegenden Akkus drastisch beeinträchtigen, da sich dadurch deren Ladespannung erhöht.

Auf die Frage, was bei einem Ausfall eines USV-Systems passiert, antwortete der Betriebsleiter eines Rechenzentrums Folgendes: „Wenn ich meinen Job behalten möchte, darf es nie dazu kommen. Im Falle eines Ausfalls der Stromversorgung ist das USV-System unsere Lebensader für die Verbindung mit unseren Generatoren. Wenn das nicht funktioniert, gehen unsere Kunden offline, und das ist schlichtweg inakzeptabel.“

Die fünf häufigsten Ursachen für den Ausfall eines Akkus

- Lockere Anschlüsse und Verbindungen zwischen den Zellen
- Alternde Akkus
- Überladung und übermäßige Entladung
- Thermische Instabilität und daraus resultierende Überhitzung
- Welligkeit

Fünf wichtige Prüfungen des Akkuzustands einer USV

Mithilfe eines Batterie-Analysators können Sie den Gesamtzustand der Akkus in einem USV-System bestimmen, indem Sie Folgendes messen:

- Spannung individueller Zellen
- Spannungsabfall an den einzelnen Kabeln
- Welligkeit der Wechsellspannung und Frequenz
- Erhaltungsspannung und -strom
- Zellentemperatur

Vier Schlüsselindikatoren für einen Akkuausfall

Achten Sie bei der Prüfung von Akkus auf folgende Anzeichen für einen Ausfall:

- Abfall der Kapazität um mehr als 10 % verglichen mit dem Ausgangswert oder der vorherigen Messung
- Anstieg des Verbindungswiderstands um 20 % oder mehr verglichen mit dem Ausgangswert oder der vorherigen Messung
- Dauerhaft hohe Temperaturen im Vergleich zum Wert bei der Inbetriebnahme oder zu den Herstellerangaben
- Verschlechterung des Plattenzustands

Instandhaltung und Versorgung einer zuverlässigen USV-Anlage für Rechenzentren

Um zu gewährleisten, dass Ihre USV-Systeme jederzeit die Kontrolle übernehmen können, werden in Rechenzentren umfassende Instandhaltungsprogramme für Akkus ausgeführt. Dies dient der Sicherstellung maximaler Zuverlässigkeit und der Vermeidung von Zustandsverschlechterungen. Dazu zählen neben einer Reihe von regelmäßigen Inspektionen – je nach Bedeutung der Komponenten monatlich, vierteljährlich und jährlich – auch zahlreiche Überwachungs- und Alarmsysteme.

Obwohl die meisten Akkus, die in den modernen USV-Anlagen verwendet werden, „wartungsfrei“ sind, verschlechtert sich ihr Zustand aufgrund von Korrosion, internen Kurzschlüssen, Sulfatierung, Austrocknung und Fehlern bei der Abdichtung dennoch. In diesem Anwendungsbericht werden bewährte Methoden zum Aufrechterhalten der optimalen Leistung dieser Akkustränge angegeben, sodass ein Stromausfall für die Kunden der jeweiligen Einrichtung nicht spürbar ist. Die Empfehlungen in diesem Dokument basieren sowohl auf dem TIA-942-Standard für Rechenzentren als auch auf dem IEEE Standard 1188-2005 mit empfohlenen Praktiken zur Instandhaltung, zum Prüfen und zum Austauschen ventilgeregelter Blei-Säure-Akkus für stationäre Anwendungen.



Was wann zu prüfen ist

Aus dem Institute of Electronic and Electrical Engineers (IEEE) kommen die meisten Empfehlungen für Standardmethoden zur Instandhaltung von Akkus. Das IEEE empfiehlt die regelmäßige Durchführung der folgenden Prüfungen während der Nutzungsdauer des Akkus, um den Zeitpunkt eines nötigen Austauschs besser bestimmen zu können. Tragen Sie unbedingt angemessene persönliche Schutzausrüstung, bevor Sie diese Prüfungen durchführen.

Inspektionpunkte	Spannung und Strom			Temperatur		Widerstand		Welligkeit
	Gesamt-Erhaltungsspannung, gemessen an den Akkuan-schlüssen	Ausgangs-strom und -spannung des Ladege-rätes	Erhaltungsgleichstrom (pro Strang)	Umgebungstemperatur	Temperatur am Minuspol jeder Zelle	Interner ohmscher Widerstand jeder Akkuzelle	Widerstand der Verbindungen zwischen den Zellen und an den Anschlüssen des gesamten Akkus	Welligkeit (Strom und/oder Spannung), der der Akku ausgesetzt ist
Monatlich	•	•	•	•				
Vierteljährlich	•	•	•	•	•	•		
Nach der Inbetriebnahme und jährlich	•	•	•	•	•	•	•	•



Prüfung des internen Widerstands der Akkus und des Widerstands zwischen den Zellen

Die Messung des internen Widerstands ergibt einen Schlüsselindikator dafür, wie viel Leben noch in Ihren Akkus steckt. Der Akkutowiderstand bleibt bis zu dem Zeitpunkt, an dem sich die Nutzungsdauer des Akkus ihrem Ende nähert, relativ flach. Ein Akku mit einem hohen internen Widerstand kann bei der Entladung überhitzen und sich entzünden. Spannungsmessungen allein weisen nicht auf diese Gefahr hin. Eine regelmäßige Messung und Verfolgung des internen Widerstands kann Ihnen dabei helfen, einen Akku zu erkennen, der ausgetauscht werden muss.

Die beste Methode zum Messen des internen Widerstands ist die Verwendung eines speziellen Messgeräts für den Akkuzustand, z. B. des Batterie-Analysators Fluke BT521. Er ermöglicht Ihnen die Messung des Widerstands des Akkus während des Betriebs. Der BT521 misst die Impedanz (den internen Widerstand) des Akkus, indem er ein Wechselstromsignal einspeist. Sie sollten zudem den Widerstand der Zellenverbindung zwischen den Akkus in einem Akkustrang messen. Anhand der bei diesen Prüfungen gemessenen Widerstände können Sie den Zustand Ihrer Akkus objektiv einschätzen.

Beachten Sie, dass eine einzelne Widerstandsmessung allein nur von geringem Wert ist. Es ist ein bewährtes Verfahren, den internen Widerstand über Monate und Jahre zu messen und jedes Mal mit dem Wert bei der Inbetriebnahme zu vergleichen. Ein 30- bis 50-prozentiger Anstieg des Widerstands im Vergleich zu diesem Ausgangswert ist ein aussagekräftiger Indikator dafür, dass ein Ausfall Ihres Akkus bevorsteht und er demnächst ausgetauscht werden sollte.

Entladungsprüfung

Intakte Akkus sollten eine Kapazität von mehr als 90 % der Herstellerangabe halten. Die meisten Hersteller empfehlen den Austausch eines Akkus, wenn seine Kapazität unter 80 % sinkt. Die Entladungsprüfung ist die aussagekräftigste Möglichkeit, die tatsächlich verfügbare Kapazität eines Akkus zu ermitteln. Schließen Sie den Akku zum Ausführen dieser Prüfung an eine Last an, und entladen Sie ihn über einen bestimmten Zeitraum. Während dieses Zeitraums wird der Strom geregelt, und es erfolgt eine konstante Stromentnahme, während die Spannung in regelmäßigen Zeitabständen gemessen wird. Die Werte des Entladestroms, die festgelegte Zeitdauer für die Entladungsprüfung und die Kapazität des Akkus in Amperestunden können berechnet und mit den Angaben des Herstellers verglichen werden.

Akkus können während und direkt nach einer Entladungsprüfung keine wichtigen Lasten versorgen. Daher sollten Sie wichtige Lasten auf einen anderen Akkustrang legen und diese Belegung nach Abschluss der Prüfung noch eine Weile beibehalten. Schließen Sie dann eine temporäre Last einer vergleichbaren Größenordnung an die geprüften Akkus an. Machen Sie außerdem vor Beginn der Entladungsprüfung ein Kühlsystem einsatzbereit, mit dem ein Anstieg der Umgebungstemperatur kompensiert werden kann. Bei der Entladung großer Akkus werden erhebliche Energiemengen in Form von Wärme freigesetzt.

Das IEEE empfiehlt den folgenden Zeitplan für Entladungsprüfungen:

- Abnahmeprüfung im Herstellerwerk oder nach der erstmaligen Installation
- Entladungsprüfung in regelmäßigen Abständen, wobei der Zeitabstand nicht größer als 25 % der erwarteten Lebensdauer bzw. zwei Jahre sein sollte, je nachdem, welcher Wert kleiner ist
- Jährliche Entladungsprüfung, wenn ein Akku 85 % der erwarteten Lebensdauer erreicht oder die Kapazität um mehr als 10 % abgenommen hat

Da die Zeitplanung für die Entladungsprüfung bis zur vollständigen Entladung schwierig sein kann, ist eine sorgfältige regelmäßige Instandhaltung von großer Bedeutung. Der Betrieb der Akkus entsprechend den Anforderungen des Herstellers bezüglich der Akkuladung sowie die Einhaltung der IEEE-Empfehlungen für Prüfungen von Akkus tragen zur Maximierung der Lebensdauer des Akkusystems bei.

Prüfung der Welligkeit der Spannung

Welligkeit ist eine unerwünschte Restkomponente der Wechselspannung der gleichgerichteten Spannung, die während des Ladevorgangs in Gleichspannung umgewandelt wird. Einige Ladegeräte in USV-Systemen verfügen nicht über Filter zum Entfernen der Welligkeit der Ladespannung, sodass der Akku höherer Welligkeit ausgesetzt ist. Dies kann zu einer vorzeitigen Zustandsverschlechterung der Akkus führen. Demzufolge sollte die Welligkeit der Wechselspannung am Ausgang des Ladegeräts minimiert werden.

Sie können den Gleichspannungsausgang des Ladegeräts mithilfe eines Batterie-Analysators oder eines Oszilloskops aus der ScopeMeter®-Serie mit geeigneter Gleichstromzange überprüfen. Messen Sie die Ausgangsspannung an den Ausgangsklemmen des Ladegeräts monatlich. Die Welligkeitsprüfung sollte jährlich durchgeführt werden.

Prüfung der Erhaltungsspannung und des Erhaltungstroms

Die Erhaltungsspannung ist der Spannungspegel, den ein Akku nach dem vollständigen Laden beibehält. Der Erhaltungstrom beschreibt den Strom, der fortlaufend auf den Akku angewendet wird, damit er vollständig geladen bleibt. Der Erhaltungstrom basiert auf der Akkugröße, dieser Wert sollte jedoch konstant bleiben. Ein Anstieg des Erhaltungstroms kann zu thermischer Instabilität führen. Sie tritt auf, wenn sich der Zustand des Akkus durch einen Temperaturanstieg im Akku ändert. Diese Änderungen verursachen weitere Temperaturanstiege, durch die der Akku letztendlich zerstört werden kann.

Messen Sie zur Bestimmung der Erhaltungsspannung die Spannung einer einzelnen Zelle oder eines Akkustrangs, nachdem sie vollständig geladen wurden. Verwenden Sie dazu einen Batterie-Analysator, z. B. den Fluke BT521.

Schlagen Sie beim Messen des Erhaltungsgleichstroms die ungefähren Werte für die erwarteten Erhaltungströme in den Spezifikationen des Herstellers nach. Messen Sie mit einer geeigneten Gleichstrommesszange (z. B. Amprobe LH41A) den erwarteten Erhaltungstrom. Sowohl die Prüfung der Erhaltungsspannung als auch die Prüfung des Erhaltungstroms sollten monatlich durchgeführt werden.

Prüfung und Instandhaltung zusätzlicher USV-Komponenten

Zusätzlich zu den Akkus müssen die Techniker weitere Komponenten des USV-Systems prüfen, um sicherzustellen, dass die Akkus ordnungsgemäß geladen bleiben und dass die Umschaltung von der normalen Stromquelle auf die Reserve-Stromversorgung nahtlos erfolgt.

USV-Übergangs-/Schaltzeit

Gemäß Industriestandards sind die Stromversorgungseinheiten in IT-Systemen so konzipiert, dass genügend Energie gespeichert wird, um das Gerät bei einer Unterbrechung der Stromversorgung für ca. 20 Millisekunden (ms) weiter zu betreiben. Dies wird als „Überbrückungszeit“ bezeichnet. Demnach kann ein Gerät kurze Unterbrechungen der Stromversorgung verkraften, während ein USV-System die Betriebsmodi wechselt, beispielsweise vom normalen Betriebsmodus in den Akkumodus und umgekehrt. Die Übergangszeit sollte jedoch deutlich kürzer als 20 ms ausfallen. Denn je länger die Stromversorgungseinheit des Computers nicht mit Strom versorgt wird, desto größer ist der Einschaltstrom, wenn die Stromversorgung wieder funktioniert. Der Einschaltstrom könnte die Fähigkeit des USV-Systems überschreiten, einen ausreichend hohen Strom bereitzustellen und zu dessen Deaktivierung führen. Mithilfe eines portablen Oszilloskops wie des Fluke 190 II können Sie eine Hochgeschwindigkeitsabtastung (2,5–5 G/s), eine Signalformüberwachung für mehrere Kanäle und eine gleichzeitige Aufzeichnung durchführen, um die Schaltzeit exakt zu bestimmen.

Typischer USV-Typ	Empfohlene Schaltzeit
Standby	5–12 ms
Line-Interactive	3–8 ms (5 ms typisch)
Double-Conversion	Ohne Unterbrechung
Delta-Conversion	Ohne Unterbrechung

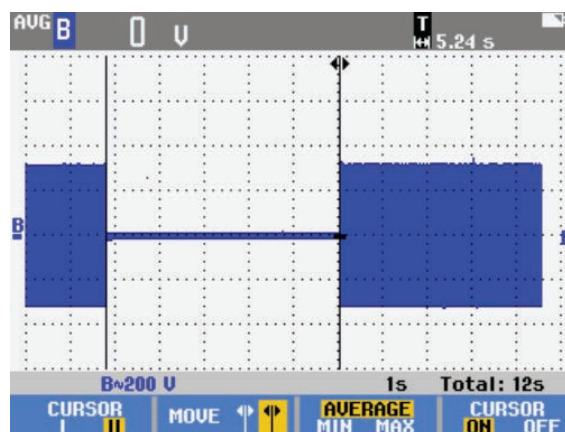


Abbildung 1: Ergebnisse einer Auslöseprüfung mit Angabe der fehlerhaften Schaltung.

Messungen der Parameter am Eingang und Ausgang

Gute Netzqualität ist ebenfalls ausschlaggebend dafür, dass Strom zum Laden des Akkus von ausreichender Qualität und die von den Akkus gelieferte Gleichspannung dafür geeignet ist, das Rechenzentrum mit Strom zu versorgen, bis der Generator die Stromversorgung übernimmt. Techniker müssen mit einem Fluke ScopeMeter der Serie 190 II oder einem Netz- und Stromversorgungsanalysator die Parameter von Spannung und Strom messen, um Oberschwingungen, Rauschen und Spitzen zu erkennen. ScopeMeter stellen mehrere Parameter gleichzeitig dar, um durch verschiedene Messungen einen umfassenden Überblick über die Netzqualität zu geben. Dadurch können sie potenzielle Probleme am Ausgang einer Gleichrichterschaltung zum Eingangssignal in Beziehung setzen.

Fluke Batterie-Analysatoren der Serie 500 auf einen Blick

Die Fluke Batterie-Analysatoren der Serie 500 sind so ausgelegt, dass Sie den IEEE-Empfehlungen zur Instandhaltung, Fehlersuche und Prüfung der Betriebseigenschaften von ortsfesten Akkus und Akkusträngen entsprechen, die in USV-Systemen für wichtige Einrichtungen (z. B. Rechenzentren) verwendet werden.

Berichterstellung und Geräteverwaltung mit der Fluke PC-Software für das Akku-Management

Der BT521 ermöglicht eine unkomplizierte Berichterstellung und Verfolgung der Messungen. Mithilfe der Fluke PC-Software für das Akku-Management können Anwender Prüfergebnisse vom Batterie-Analysator herunterladen, um auf deren Grundlage Berichte und Analysen zu generieren. Fügen Sie Kommentare, Fotos und Zusatzinformationen in den Bericht ein, um weitere Details bereitzustellen. Die Messdaten können zur weiteren Verarbeitung in Excel® exportiert werden.

Durch die grafischen Darstellungen sind die Prüfschritte für die Analyse intuitiv nutzbar. Siehe Histogramm des Akkustrangs mit vom Anwender vorgegebenem Schwellenwert.

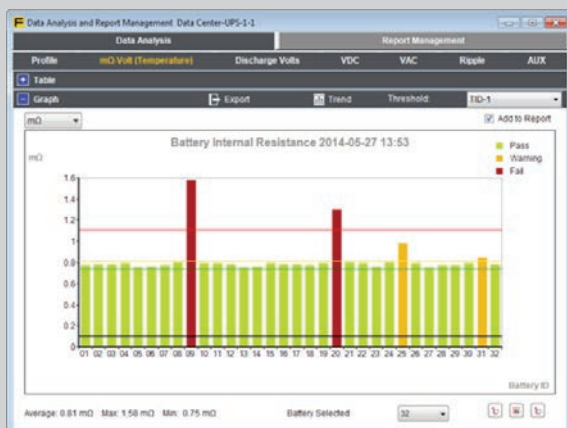


Abbildung 2: Histogramm des Akkustrangs mit vom Anwender eingestellten Schwellenwert.



Die Messdaten und die Profile der Akkus werden mithilfe der Verwaltungssoftware gespeichert und archiviert und können zu Ergebnisvergleichen, zur Umschaltung zwischen Leitfähigkeits- und Widerstandsmesswerten sowie für Trendanalysen verwendet werden. Siehe Trend der Akkudaten aus der Historie unten.

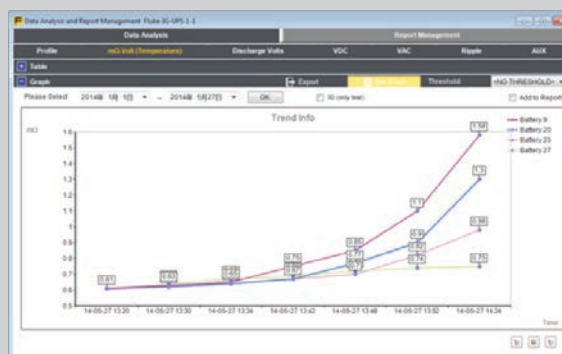


Abbildung 3: Trenddaten und Historie von Akkus.

Alle Messdaten, Akkuprofil- und Analysedaten können verwendet werden, um auf einfache Art und Weise Berichte zu generieren und diese zum späteren Datenvergleich zu archivieren.

Fluke Batterie-Analysatoren der Serie 500 auf einen Blick (Fortsetzung)

Wichtigste Merkmale

Achten Sie bei der Prüfung von Akkus auf folgende Anzeichen für einen Ausfall:

- **Prüfung des internen Widerstands:** Misst die Impedanz (den internen Widerstand) des Akkus, indem ein Wechselstromsignal eingespeist wird.
- **Entladungsprüfung:** Erfasst während einer Entladungsprüfung oder einer Belastungsprüfung in einem vom Anwender festgelegten Intervall mehrmals die Spannung jedes Akkus. Der Anwender kann die Zeit berechnen, die der Akku bis zur Erreichung der Abschaltspannung braucht, und diese Zeit zur Ermittlung des Kapazitätsverlustes des Akkus verwenden.
- **Prüfung der Welligkeit der Spannung:** Ermöglicht dem Anwender die Messung von Wechselanteilen im DC-Ladeschaltkreisen.
- **Sequenz- und Messmodus:** Im Sequenzmodus können Sie einen Akku erneut prüfen und Akkustränge verwalten. Im Messmodus können Sie bei einem Schnelltest oder bei der Fehlersuche eine Messung oder eine zeitliche Abfolge von Messungen vornehmen und speichern.
- **Schwellenwert und Warnung:** Ermöglicht Ihnen das Konfigurieren von maximal 10 Gruppen mit Schwellenwerten und die Ausgabe einer Bestanden-, Warnung- oder Nicht-bestanden-Anzeige nach jeder Messung.
- **AutoHold:** Erfasst Messwerte, die 1 Sekunde lang stabil sind, und gibt den Messwert anschließend frei, wenn eine neue Messung beginnt.
- **AutoSave:** Speichert von AutoHold erfasste Messwerte automatisch im internen Speicher.
- **Fluke PC-Software für das Akku-Management:** Dient dem Importieren, Speichern, Vergleichen und Ermitteln von Trends und dem Darstellen von Daten in Diagrammen sowie zur aussagekräftigen Wiedergabe dieser Informationen in Berichten.
- **Mobile App Fluke Battery Analyze:** Drahtlose Kommunikation zum Herunterladen von Daten und für die Anzeige von Messungen auf mobilen Devices über die App.
- **Höchste Sicherheitsspezifikationen:** Messkategorie CAT III 600 V bzw. max. 1000 V DC zur sicheren Messung an der gesamten Stromversorgung der USV und am Akkustrang.

Fluke. *Damit Ihre Welt intakt bleibt.*

Fluke Deutschland GmbH
In den Engematten 14
79286 Glottertal

Autorisierter Distributor



TVW Meßtechnik GmbH
Sammelweg 31
32257 Bünde
Fon: 05223 / 9277 - 0
Fax: 05223 / 9277 - 40
info@twwbuende.de
www.twwbuende.de



©yyyy Fluke Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
Anderungen vorbehalten.
10/2017 6009417c-ger

Dieses Dokument darf nicht ohne die schriftliche Genehmigung der Fluke Corporation geändert werden.