

# Instandhaltung von batteriegestützten Reservestromversorgungen für maximale Einsatzbereitschaft und Zuverlässigkeit

## Reservestromversorgungen spielen beim Ausfall der Netzstromversorgung eine entscheidende Rolle zur Aufrechterhaltung wichtiger betrieblicher Funktionen.

Einrichtungen wie zum Beispiel Rechenzentren, Krankenhäuser, Flughäfen, Energieversorgungsunternehmen, Öl- und Gasförderanlagen sowie Eisenbahnen können auf die 100-prozentige Zuverlässigkeit von Reservestromversorgungen nicht verzichten. Alle normalen Gewerbe- und Fertigungsbetriebe nutzen Reservestromversorgungen für ihre Notfallsysteme, Alarmer und Steuerungsanlagen, Notbeleuchtung sowie Dampf- und Brandbekämpfungsanlagen.

Bei den meisten Reservestromversorgungen werden eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) und ein Batteriestrang, der aus zusammengeschalteten Akkus besteht, verwendet. Die USV versorgt das digitale Leitsystem (DCS) mit Strom, um den Anlagenbetrieb aufrechtzuerhalten, bis die Systeme sicher abgeschaltet werden können oder der Notstromgenerator anläuft.

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. In diesem Artikel werden die besten Methoden zur Aufrechterhaltung der optimalen Leistungsfähigkeit dieser Batteriestränge erläutert, sodass die Reservestromversorgung bei einem Netzausfall einsatzbereit ist.

### Die beiden wichtigsten Kennziffern für den Akkuzustand

#### Erstens: Akku-Innenwiderstand

Bei der Messung des Innenwiderstands wird die Lebensdauer geprüft und

nicht die Kapazität. Der Akku-Innenwiderstand bleibt bis kurz vor Ende der Lebensdauer relativ konstant. Zu diesem Zeitpunkt erhöht sich der Innenwiderstand, und die Kapazität des Akkus nimmt ab. Die Messung und Überwachung dieses Wertes erleichtern die Ermittlung des Zeitpunkts, an dem die Batterie oder einzelne enthaltene Akkus ersetzt werden müssen.

Verwenden Sie während der Betriebszeit des Akkus nur spezielle Batterietester, die zur Messung des Akku-Innenwiderstands vorgesehen sind. Lesen Sie den Spannungsabfall beim Laststrom (ein Maß für die Leitfähigkeit) bzw. die AC-Impedanz ab. Beide Werte werden in Ohm angegeben.

Eine reine ohmsche Messung hat ohne die entsprechenden Randbedingungen nur eine geringe Aussagekraft. Es hat sich bewährt, den Ohm-Wert über Monate und Jahre hinweg zu messen, jedes Mal mit den zuvor gemessenen und aufgezeichneten Werten zu vergleichen und dies als Ausgangsbasis zu verwenden.

#### Zweitens: Entladungsprüfung

Die Entladungsprüfung ist die aussagekräftigste Möglichkeit, mit der sich die tatsächlich verfügbare Kapazität von Akkus und Batteriesträngen feststellen lässt, aber unter Umständen nicht ohne Weiteres durchführbar. Bei der Entladungsprüfung wird ein Akku an eine Last angeschlossen und in einem festgelegten Zeitraum entladen. Während dieses Zeitraums wird der Strom geregelt, sodass ein konstanter Strom entnommen wird, 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. Beispiel: Bei einem 12-V-Akku mit 100 Ah kann ein Entladestrom von 12 A in einem Zeitraum von acht Stunden notwendig sein. Ein 12-V-Akku gilt bei einer Klemmenspannung von 10,5 V als entladen.

Akkus können unmittelbar nach einer Entladungsprüfung wichtige

Verbraucher nicht mit dem erforderlichen Strom versorgen. Schließen Sie wichtige Verbraucher bis einige Zeit nach Abschluss der Entladungsprüfung an einen anderen Batteriestrang an, und schließen Sie danach vorübergehend eine vergleichbar große Last an die zu prüfenden Akkus an. Machen Sie außerdem vor Beginn der Entladungsprüfung ein Kühlsystem einsatzbereit, mit dem der Anstieg der Umgebungstemperatur kompensiert werden kann. Bei der Entladung großer Akkus werden erhebliche Energiemengen in Form von Wärme freigesetzt.

## Anwendungsbericht

### wichtige 5 Ursachen von Akkuausfällen

- 1 lockere Anschlüsse und Verbindungen zwischen den Zellen
- 2 Alterung
- 3 Überladung und übermäßige Entladung
- 4 thermische Instabilität<sup>1</sup>
- 5 Welligkeit

#### Schwächstes Glied in der Kette

Bei Ausfall nur eines Akkus im Batteriestrang

- schaltet sich der gesamte Strang ab
- wird die Lebensdauer des gesamten Batteriestrangs verkürzt?

#### Ungünstigster Fall

Ein Akku mit einem hohen Innenwiderstand kann sich bei der Entladung überhitzen, sich entzünden oder explodieren. Spannungsmessungen allein weisen nicht auf diese Gefahr hin.

<sup>1</sup> Die Hauptursache von Akkuausfällen ist Wärme. Pro 8 °C Erhöhung der Durchschnittstemperatur wird die Lebensdauer des Akkus um die Hälfte verkürzt.

<sup>2</sup> Aufgrund der Einstellung des Ladeegerätes erhöht ein einziger schwacher Akku die Ladespannung benachbarter Akkus. Dies wirkt sich nachteilig auf die Lebensdauer des gesamten Batteriestrangs aus.

# EMPFEHLUNGEN FÜR Batterietests und den entsprechenden Zeitplan

Aus dem Institute of Electronic and Electrical Engineers (IEEE) kommen die meisten Empfehlungen für Standardmethoden zur Instandhaltung von Akkus und Batteriesträngen. Während der Lebensdauer des Akkus empfiehlt das IEEE die regelmäßige Durchführung einer Kombination aus verschiedenen Prüfungen.

Außerdem empfiehlt das IEEE 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 >10% abgenommen hat

Da die Zeitplanung für die Entladungsprüfung bis zur vollständigen Entladung schwierig sein kann, ist eine gute regelmäßige Instandhaltung von außerordentlicher Bedeutung. Wenn Akkus entsprechend den Anforderungen des Herstellers bezüglich der Akkuladung betrieben und die IEEE-Empfehlungen für Akkutests eingehalten werden, sollte sich die maximale Lebensdauer des Batteriesystems erreichen lassen.

Inspektionspunkte	Spannung und Strom			Temperaturmessung		Widerstand		Welligkeit
	Gesamt-Erhaltungsspannung, gemessen an den Anschlüssen der Batterie	Strom und Spannung am Ausgang des Ladegerätes	Erhaltungsgleichstrom (pro Strang)	Umgebungstemperatur	Temperatur am Minuspol jeder Zelle	Interner ohmscher Widerstand jeder Akkuzelle	Widerstand der Verbindungen zwischen den Akkuzellen und am Anschluss der gesamten Batterie	
Monatlich	•	•	•	•				
Vierteljährlich	•	•	•	•	•	•		
Am Anfang und jährlich	•	•	•	•	•	•	•	•

Abbildung 1: Prüfeempfehlungen in IEEE-Norm 1188 „Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Valve-Regulated Lead-Acid (VRLA) Batteries for Stationary Applications“ (Empfehlungen zur Instandhaltung, Prüfung und zum Austausch von ventilgeregelten Bleisäure-Akkus (VLRA-Akkus) für stationäre Anwendungen)



Einsatz des Fluke BT52X bei der Impedanzmessung zur vierteljährlichen Prüfung des Zellen-Innenwiderstands

## Wichtige Anzeichen für einen Akkuausfall

In gutem Zustand befindliche Akkus sollten eine Kapazität von mehr als 90 % des vom Hersteller angegebenen Nennwertes aufweisen. Die meisten Hersteller empfehlen einen Austausch des Akkus, wenn die Kapazität unter 80 % liegt. Achten Sie bei der Prüfung von Akkus auf folgenden Anzeichen für einen Ausfall:

- Absinken der Kapazität um mehr als 10 % im Vergleich zum Ausgangswert oder zur vorhergehenden Messung
- Um 20 % oder mehr angestiegener Widerstand im Vergleich zum Ausgangswert oder zur vorhergehenden Messung
- Dauerhaft hohe Temperaturen im Vergleich zum Ausgangswert oder zu den Herstellervorgaben
- Verschlechterung des Plattenzustands

## So führen Sie eine normale Akkuprüfung durch

Achten Sie darauf, dass Sie vor der Durchführung der folgenden Prüfungen die entsprechende persönliche Schutzausrüstung tragen.

### Erhaltungsspannung

1. Messen Sie mit einem Digitalmultimeter oder einem Batterietester, z. B. mit einem Batterietester der Serie Fluke 500, monatlich die Spannung der einzelnen Zellen oder des Strangs.

### Ausgang des Ladegerätes

1. Messen Sie mit einem Digitalmultimeter oder einem Batterietester, z. B. mit einem Batterietester der Serie Fluke 500, monatlich die Ausgangsspannung des Ladegerätes an den Ausgangsklemmen.
2. Beobachten Sie den am Amperemeter des Ladegerätes angezeigten Ausgangsstrom, oder messen Sie den Strom mit einer Gleichstrommesszange (z. B. mit einer Fluke 325 oder Amprobe LH41A). Messen Sie monatlich.

## Erhaltungsgleichstrom

1. Die zu erwartenden Werte für den Erhaltungstrom finden Sie in den Angaben des Herstellers.
2. Messen Sie mit einer geeigneten Gleichstrommesszange (z.B. mit Fluke 325 oder Amprobe LH41A) monatlich den erwarteten Erhaltungstrom.

## Innenwiderstandswerte

1. Messen Sie mit einem Batterietester, wie z. B. mit einem Gerät der Serie BT500, vierteljährlich den Innenwiderstand jedes einzelnen Akkus.
2. Ermitteln Sie Referenzwerte, und führen Sie eine Datenbank über Batteriesysteme und Akkus. Im Lieferumfang der Batterietester der Serie Fluke 500 ist eine PC-Software zur Akkuverwaltung und Erzeugung von Berichten inbegriffen, die Ihnen die Pflege der Datenbank erleichtert.



Aufeinanderfolgende Messungen der Widerstandswerte

## Fachbegriffe für Akkus und Batteriesysteme

**Kapazitätsprüfung:** Entladung eines Akkus mit einem konstanten Strom bzw. konstanter Leistung bis zu einer vorgegebenen Spannung.

**Erhaltungsspannung:** Die Spannung, auf der das Batteriesystem durch das Ladesystem gehalten wird, um die natürliche Entladung miteinander verbundener Akkus auszugleichen.

**Erhaltungstrom:** Der Strom, der fließt, während Akkus auf der Erhaltungsspannung gehalten werden.

**Innenwiderstandswerte:** Der Innenwiderstand des Akkus (eine charakteristische Eigenschaft jedes Akkus).

**Entladungsprüfung:** Der Akku ist mit einer Last verbunden, bis die Akkuspannung unter einen festgelegten vorangestellten Grenzwert absinkt.

**Welligkeit:** Welligkeit der gleichgerichteten Spannung bei Gleichstrom-Ladestromkreisen und Umrichterstromkreisen.

## Fluke-Batterietester, Serie 500

Die neuen Fluke-Batterietester der Serie 500 sind so ausgelegt, dass Sie den IEEE-Empfehlungen zur Instandhaltung, Fehlersuche und Leistungsmessung bei ortsfesten Akkus und Batteriesträngen bei wichtigen Notstromversorgungen entsprechen.



### Leistungsmerkmale

- **Akkuspannung** – misst die Akkuspannung während der Prüfung des Innenwiderstands.
- **Entladespannung** – erfasst während einer Entladungsprüfung oder eines Belastungstests in einem vom Benutzer festgelegten Intervall mehrmals die Spannung jedes Akkus. Der Benutzer kann die Zeit berechnen, die der Akku bis zur Erreichung der Abschaltspannung braucht, und diese Zeit zur Ermittlung des Kapazitätsverlustes des Akkus verwenden.
- **Messung der Welligkeit der Spannung** – ermöglicht dem Benutzer die Messung von Wechselstromanteilen im Ladegleichstrom. Wechselspannungsanteile in der gleichgerichteten Spannung bei Gleichstrom-Ladestromkreisen und Umrichterstromkreisen sind eine der Grundursachen für die Verschlechterung des Akkuzustands.
- **Messmodus und Sequenzmodus** – Mit dem Messmodus können Sie bei einem Schnelltest oder bei der Fehlersuche eine Messung oder eine zeitliche Abfolge von Messungen vornehmen und speichern. Mit dem Sequenzmodus können Sie mehrere Stromversorgungssysteme und Batteriestränge überprüfen. Konfigurieren Sie vor dem Beginn der Arbeiten ein entsprechendes Profil für die Datenverwaltung und die Erzeugung von Berichten.
- **Schwellenwert und Warnung** – Sie können maximal 10 Sätze von Schwellenwerten konfigurieren und nach jeder Messung eine Gut-/Warnung-/Schlecht-Anzeige erhalten.
- **AutoHold** – mit der Funktion AutoHold können Sie Messwerte erfassen, die 1 Sekunde lang stabil sind, und den Messwert anschließend freigeben, wenn eine neue Messung beginnt.
- **AutoSave** – mit dieser Funktion können Sie Messwerte automatisch im internen Speicher ablegen, die mit AutoHold erfasst wurden.
- **Batterieverwaltungsoftware** – zum Importieren, Speichern, Vergleichen, Ermitteln von Trends und Darstellen von Daten in Diagrammen sowie zur aussagekräftigen Wiedergabe dieser Informationen in Berichten.
- **Höchste Sicherheit** – Messkategorie CAT III 600 V. Max. 1000 V DC zur Gewährleistung sicherer Messungen bei Reservestromversorgungen mit Batteriesystemen.