



Frank Blettenberger

## Achillesferse Batterie

Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) schützen Maschinen und Anlagen bei Netz-Störungen und Netz-Ausfällen. Damit die USV selbst nicht unverhofft „ihren Geist“ aufgibt, sollte die kontinuierliche Überwachung der Batterien zum Pflichtprogramm gehören.

Statische Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USVen), zu denen die Mini-USV im Büro ebenso gehört wie größere USVen mit mehr als 100 KVA Leistung, benutzen Batterien als Stromspeicher. Diese Batterien sollen bei Bedarf zur Erzeugung des Wechselstroms zur Verfügung stehen, um einen reibungslosen Betrieb der angeschlossenen Verbraucher zu gewährleisten. Damit wird die Batterie zum Kernpunkt einer USV-Konzeption; ihre Bedeutung in stabil aus-

gebauten Stromnetzen wie dem deutschen wird allerdings kaum erkannt. Aber: Eine USV ohne funktionierende Batterie bietet nicht nur keinerlei Schutz, sie stellt überdies sogar eine Gefahr dar.

An diesem Punkt setzen Batterie-Monitoring-Systeme an. Diese Messgeräte erfassen permanent Kennwerte der Batterie und speichern und archivieren sie. Je nach Leistung der Batterie-Monitore lässt sich damit frühzeitig erkennen, welche Batterie sich zu einem Problem entwickelt, im besten Fall verhindern oder beseitigen sie Probleme auch.

Entscheidend für die Wirksamkeit eines Batterie-Monitoring und eines Batterie-Managers ist, dass das System eine Einzelüberwachung der Batterien vornimmt und dabei nicht nur die Spannung prüft. Vielmehr muss eine solche Einzelüberwa-

chung zumindest eine Langzeitüberwachung von Spannung und Temperatur je Batterie durchführen, um verlässliche Werte zu liefern. Besser ist es, wenn das System auch den Innenwiderstand der Batterie misst und aufzeichnet.

In USVen werden in der Regel verschlossene Blei-Gel-Akkus mit einer Lebensdauer von fünf bis zehn Jahren eingesetzt. Diese „Lebensdauer“ meint allerdings nicht, dass die Batterie auch solange genutzt werden kann, sondern umschreibt nur die Dauer, über die das Gerät überhaupt die Bezeichnung Batterie verdient – also Strom aufnehmen und abgeben kann. Die „Lebensdauer“ ist eine durch physikalische Vorgänge in der Batterie festgelegte Grenze, die auch ein Batterie-Management-System nicht verbessern kann und die daher als Kenngröße ungeeignet ist.

(Bild: GenereX)

Wichtiger ist vielmehr die „Gebrauchsdauer“: Sie sagt aus, in welcher Zeit die Batterie benutzbar ist, also Entladungen und Wiederaufladung auf den Nennwert zulässt. Diese Gebrauchsdauer hängt von der verwendeten Ladegerätetechnik, der Batteriequalität, der Entladehäufigkeit und Entladetiefe, der Temperatur sowie dem frühzeitigen Erkennen von Batteriefehlern in anderen Batterien eines Verbundes ab.

### Homogenität als Ziel

Die Ladegerätetechnik ist das Hauptproblem bei USVen und beeinflusst die Gebrauchsdauer der Batterien am eklatantesten. Die korrekte Behandlung einer Batterie beim Be- und Entladen ist also der Kernpunkt, an dem ein Batterie-Manager ansetzen muss. Denn gerade bei Blei-Gel-Akkus führt eine nicht korrekte Ladung entweder zu einer Unter- oder einer Überladung. Im Einzelfall kann damit die Batterie nach kurzer Zeit zerstört werden.

Ein Batterie-Manager muss daher jede Batterie individuell so lange laden, bis ein „homogener“ Verbund entstanden ist, bei dem jede Batterie auf gleichem Niveau ist. Eine solche Homogenisierung übernimmt beispielsweise der „BACS Battery-Manager“ von GenereX. Diese Funktion – als „Equalizing“ zum Patent angemeldet – macht aus einem inhomogenen Batterieverbund eine homogene Batterie und gleicht Unterschiede aus.

Unhomogenisiert können beim Laden einer Batterie die meisten Schäden entstehen: Eine Ladung mit zu hoher Ladespannung führt zu einer Ausgasung, wenn die Batterie nicht „mitkommt“. Das heißt, wenn eine Batterie ihre vom Ladegerät eingestellte Ladeschluss-Spannung nicht erreicht, kommt es zur Sulfatierung – einem Kristallisationsvorgang in der Batterie – und eventuell zum Kurzschluss. Erreicht hingegen eine Batterie ihre Ladeschluss-Spannung zu schnell, liegt eventuell bereits ein Fehler wie Sulfatierung, defekte Bleiplatten oder Kurzschluss vor. Die Batterie signalisiert in diesem Fall zwar „fertig“, ist aber eigentlich defekt.

Auch längere Standzeiten, in denen Batterien nicht geladen werden, führen zu einer Schädigung. Ein Batterie-Manager muss auch dieses Verhalten erkennen und sich selbst im Zweifelsfall abschalten, um nicht die Batterien durch den Eigenverbrauch zu entladen. Das System muss die Zeitdauer des Lagerungsvorganges fest-

halten, um eine anschließende Neuladung überwachen zu können. Das BACS beispielsweise misst darüber hinaus den Grad der Sulfatierung und veranlasst gegebenenfalls eine Entladung. Die folgende Ladung wird dann dem Sulfatierungsgrad entsprechend angepasst. Ist keine Entladung möglich, kann das System zumindest eine Warnung absenden, um den Nutzer zu aktivieren.

### Das Problemfeld Entladung

Eine Batterie-Entladung ist grundsätzlich nichts Negatives, sondern ganz im Gegenteil gut für eine Batterie. Wird das Entladen und Neuladen korrekt durchgeführt, arbeitet die Batterie der Anzahl ihrer Ladezyklen gemäß. Eine Schädigung findet jedoch dann statt, wenn einer Batterie mehrfach mehr als 60 % an Kapazität entnommen werden. Bei jedem Überschreiten dieser Grenze sind bis zu 30 % Schädigung zu veranschlagen. Nach drei bis vier Vorgängen dieser Art ist die Batterie ausfallgefährdet. Da die Batterien in den USVen im Verbund sind, kann die Elektronik der USV es nicht erkennen, wenn einzelne Batterien bereits unter der Schwelle angelangt sind, da andere, stärkere Akkus kompensierend wirken. Das heißt, die ungewollte, unkontrollierte Entladung findet so lange weiter statt, bis die voreingestellte Spannungsgrenze im Gesamtverbund erreicht ist. Dass dabei mehrere Akkus geschädigt wurden, ist für die USV nicht ersichtlich.

Batterie-Manager hingegen kontrollieren die Entladung und stoppen einen Entladevorgang gegebenenfalls, um Schäden an den Batterien zu vermeiden. Dies verringert zwar die Autonomiezeit ein wenig, führt aber letztlich zu einer Verlängerung der Gebrauchsdauer der Batterie.



Installation eines BACS-C2-Moduls auf einer Batterie. Der große Kühlkörper sorgt für eine gute Wärmeverteilung und damit Ableitung. Unter dem C2-Modul liegt der „Carrier“, eine Abtrennung des Moduls zu den Ausgasungsventilen der Batterie.

### Die Batteriequalität

Batteriequalität ist ein schwieriges Kapitel, denn auch Batteriehersteller selbst können in der Regel kaum etwa über die Qualität ihrer Batterien aussagen; dazu ist die Qualität der Batterien selbst im Neuzustand zu unterschiedlich.

Das Hauptproblem ist dabei der Fertigungsprozess bei verschlossenen Batterien: Zunächst einmal gibt es Blei in unterschiedlichen Qualitäten am Markt. Dieses wird zu Gittern geformt, die höchstens mit einer Genauigkeit von  $\pm 5$  mm herzustellen sind; oftmals liegt die Toleranz sogar erheblich höher als technisch möglich. Zudem wird Blei zermahlen und mit Schwefelsäure zu einer Paste geformt. Dieser Mischprozess erzeugt oft inhomogene Pasten. Die Bleipaste wird in einem maschinellen Prozess auf die Gitter aufgetragen. Je nach Fließgeschwindigkeit des Bandes, der Paste und des Streichmecha-

nismus kann es zu unterschiedlichen Auftragsstärken kommen. Toleranzen von  $\pm 20$  mm sind hierbei nur schwer vermeidbar. Die fertigen Platten werden gepresst und das Glasvlies aufgebracht. Hier finden sich weitere Unregelmäßigkeiten etwa durch Pressdruck, Temperatur oder Zeit. Während des nachfolgenden Trocknungsprozesses verändert sich das Produkt, das Bleimetall wird je nach Lagerung und Umgebung während der Trocknung unterschiedlich abgebaut, so dass das Volumen dabei zu- oder abnehmen kann. Last but not least stellt sich der Einbau der fertigen Platten in die Gehäuse und die Verbindung mit den Plattenpolen als ein weiteres Problem dar, denn eine nicht korrekt angelegte Verbindung führt zu Korrosion oder erhöhtem Übergangswiderstand.

Bei diesen Unwägbarkeiten der Batterie selbst beginnt also das „Übel“. Befinden sich innerhalb im Block zusammengeschalteter Batterien einzelne Geräte, deren Ladeverhalten nicht dem der anderen entspricht, wird diese Batterie langfristig einen negativen Einfluss auf alle anderen Batterien im Verbund haben. Ein normales Ladegerät erkennt dieses schwächste Glied nicht, so dass es solange weiter geschwächt wird, bis der gesamte Akkusatz betroffen ist.

Für USV-Geräte steht daher nicht die Qualität der Einzelbatterien im Vordergrund, sondern vielmehr die gleichartige Qualität aller Batterien im Verbund. Eine geeignete Kenngröße, um die Kapazität und somit den Zustand einer Batterie zu messen, ist ihr Innenwiderstand. Wird er im Lauf des Betriebes erhöht, sinkt gleichsam die Kapazität, da aktive Batteriemasse verloren geht. Somit kann



In einer 2000-VA-USV eingebaute BACS-C1-Module: Die Anpassung der Module an den Batterietyp kann per Notebook erfolgen. Später ersetzt ein BACS-Web-Manager das Notebook.

ein Anstieg des Innenwiderstandes der Batterie als Indiz für einen baldigen Ausfall dienen – obwohl die Spannung unverändert korrekt ist. Doch gerade der Innenwiderstand von Batterien wird wegen des erhöhten Aufwandes nur sehr selten gemessen. Moderne Batterie-Management-Systeme erkennen einen Anstieg des Innenwiderstandes, ermitteln daraus die betroffene Batterie und fordern den Benutzer zum Austausch aus. So ist es möglich, nicht alle Batterien, sondern gezielt nur noch einzelne Batterien auszutauschen, bevor sie andere Batterien schädigen können.

### Eine Frage der Temperatur

Maßgeblichen Einfluss auf die Gebrauchsdauer einer Batterie hat der Temperaturverlauf. In USVen werden die Batterien oft auf engem Raum zusammengedrückt und müssen so Temperaturen von 30 °C und mehr ertragen. Doch jedes Grad über 25 °C bedeutet für eine Batterie einen Verlust an Gebrauchsdauer, bei über 40 °C ist bereits von einer Halbierung der Gebrauchsdauer auszugehen. Das heißt,

Batterie-Management-Systeme müssen auch den Temperaturverlauf überwachen, indem sie an jeder Batterie einen Messpunkt haben. Bei einer Verbindung zum Ladegerät – zum Beispiel über eine Netzwerk-Schnittstelle oder über einen Kontaktausgang – kann das jeweilige System dann das Ladegerät veranlassen, den Ladestrom auf Grund hoher Temperaturen zu senken. Nach einer Warnung an den Benutzer kann dieser dann aktiv für Wärmeabfuhr sorgen. Auch ohne Ladegeräteinfluss kann beispielsweise BACS den Ladestrom – zumindest kurzfristig – senken.

im

Nähere Informationen:  
[www.generex.de](http://www.generex.de)



**Frank Blettenberger**

ist Geschäftsführer von Generex, Hamburg.

## Das „Battery Analyzing and Care System“ BACS

Kernstück des Batterie-Management-Systems von Generex ist eine intelligente Ladeverteilungsregelung, die unabhängig vom angeschlossenen Ladegerät über adaptive Regler den Ladevorgang jedes einzelnen Akkus steuert und für gleichmäßige Ladestände sorgt. Dieser „Equalizing“ genannte Prozess verhindert eine Tiefentladung einzelner Batterien und ermöglicht eine Ladestrombegrenzung auf zulässige Maximalwerte. Die Ladeverteilungs-Regelung von BACS orientiert sich zunächst an den schwächsten Akkus. Während einer vollständigen Ladephase werden durch sukzessive Approximation gleichmäßige Akkuzustände generiert und

zugleich die Ladeschluss-Spannung schrittweise bis zum zulässigen Maximalwert angehoben. Sind nach mehreren Ladezyklen gleichmäßige Akkuzustände erreicht, wird die Ladeschluss-Spannung schrittweise bis zum zulässigen Maximalwert angehoben. Durch eine optimale Anpassung von Ladestrom und Ladespannung und unter Berücksichtigung des Batteriezustandes, werden die Batterien „trainiert“ und an ihre maximale Kapazität herangeführt.

BACS besteht aus den Batterie-Modulen, einem zentralen Steuergerät, dem BACS-Controller und einer einheitlichen Buskopplung, die die Module und den Controller

miteinander verbindet. Jeder Akku im System wird mit einem Batterie-Modul ausgerüstet. Über den Controller werden die Soll- und Grenzwerte für Ladespannung, Innenwiderstand und Temperatur sowie die Parameter-Profile für unterschiedliche Akkutypen eingegeben. Er steuert die Batterie-module, liest die dort gewonnenen Messwerte aus und vergleicht sie mit den Sollwerten für den jeweiligen Akkutyp. Über- oder Unterschreitungen der vorgegebenen Grenzen führen zur Ausgabe von Alarmlösungen auf dem LC-Display, zusätzlich wird ein Alarmkontakt ausgelöst.

im