

## Batterie war gestern

Gegen Unterbrechungen der Netzspannung werden Verbraucher mit USV-Anlagen geschützt. Deren Technik gilt als ausgereift; trotzdem sind Verbesserungen in erheblichem Umfang möglich. Sie betreffen in erster Linie den eingesetzten Energiespeicher: Doppelschicht-Kondensatoren, auch als Ultrakondensatoren bezeichnet, anstelle von Akkumulatoren erhöhen bei der Versorgung sensibler Lasten die Zuverlässigkeit der USV-Systeme sowie die Verfügbarkeitszeit der Verbraucher und verringern den Wartungsaufwand erheblich.

Ausfälle der Spannungsversorgung können nicht nur zu Betriebsunterbrechungen oder gar Produktionsstillstand, sondern, insbesondere bei sensiblen Verbrauchern wie MSR-Systemen, SPS-Steuerungen, IPCs, Modems oder Fernwirkanlagen, zu Geräteschäden, Datenverlusten oder der Zerstörung von Daten führen. Ihnen beugen USV-Systeme vor, die in Form von Gleich- und Wechselrichter, einer Batterie für die Spannungsversorgung und einem Netzgerät vor die Last geschaltet werden und bei einem Ausfall der Netzversorgung die gespeicherte Energie freigeben. Diese Lösung ist jedoch, obwohl technisch ausgereift und seit vielen Jahren standardmäßig für die Absicherung elektronischer Systeme genutzt, weit von dem entfernt, was sich als Optimum für die Versorgung der Verbraucher bezeichnen ließe: Mit Gleichrichter, Wechselrichter und Netzgerät finden sich drei Fehlerquellen in der Versorgungskette, die erforderlichen drei Wandlungsprozesse verursachen darüber hinaus erhebliche Energieverluste und verringern den Wirkungsgrad auf ca. 70 Prozent und darunter.

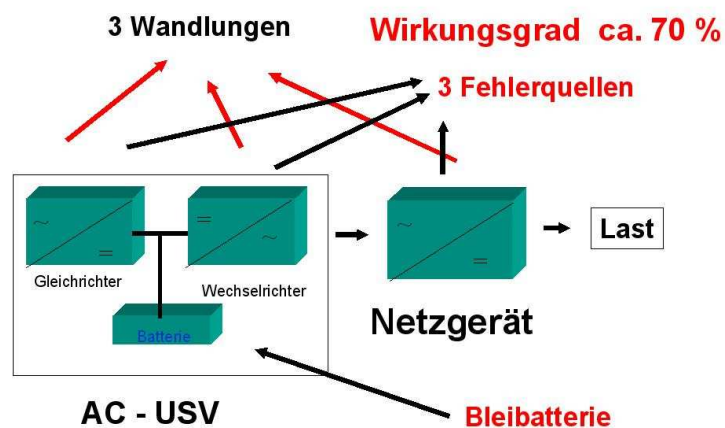


Bild 1: Schemazeichnung der drei Wandlungen in herkömmlichen USV-Anlagen

## Schwachpunkt Batterie

Eine Verbesserung gegenüber dem Lindwurm aus Gleichrichter, Batterie, Wechselrichter und Netzgerät bringen integrierte Netz-/ Ladegeräte mit temperaturgeführter Ladung und Batteriemangement sowie regelmäßigem automatischen Batterietest. Sie kommen in erster Linie für Anwendungen von 2 A bis 600 A mit langen Pufferzeiten oder hohen Lasten in Betracht.

Bild 2: DC-USV mit Akkumulatoren



Die spezifischen Nachteile, die mit Akkumulatoren als Energiespeicher verbunden sind, bleiben jedoch weiterhin bestehen. Akkumulatoren sind, unabhängig von den jeweils verwendeten Inhaltsstoffen, elektrochemische Energiespeicher, deren Prozesse temperaturabhängig ablaufen und deren Lebensdauer ebenso begrenzt ist wie ihre Kapazität. Beim Entladen und Aufladen wird Wärme freigesetzt, bei jedem Lade- und Entladevorgang wird Material verbraucht. Nicht zuletzt beanspruchen die chemischen Prozesse Zeit; die Ladezeit einer Batterie kann mehrere Stunden betragen, in denen die Last bei einem Ausfall der Netzversorgung nicht ausreichend versorgt werden kann.

#### **Speicher-Riese Doppelschicht-Kondensator**

Dabei ist es bei weitem nicht so, dass es keine Alternative zu den Akkumulatoren gäbe: Doppelschicht-Kondensatoren, auch als Electronic Double Layer Capacitor (EDLC), Ultrakondensatoren oder Ultracapacitors (Ultracaps) bezeichnet, bewähren sich bereits seit mehreren Jahren als Energiespeicher. Im Unterschied zu den Akkumulatoren speichern Kondensatoren elektrische Energie rein physikalisch, also ohne Umweg über eine chemische Reaktion. Kondensatoren bestehen aus zwei Elektroden und dazwischen dem Dielektrikum als nicht leitender Schicht. Stromfluss durch die Elektroden lädt die eine Elektrode positiv, die andere negativ auf. Die Kapazität der Kondensatoren hängt dabei von der Oberflächengröße der Elektroden und ihrem Abstand zueinander ab. Die Optimierung dieser Faktoren macht aus den Kondensatoren veritable Speicherwunder: Bei Doppelschicht-Kondensatoren werden Kohlenstoff-Elektroden verwendet und anstelle eines Dielektrikums ein Elektrolyt sowie ein Ionen-durchlässiger Isolator. Die Ionen wandern zu den Elektroden und bilden an der Grenze von Kohlenstoff und Elektrolyt eine sehr dünne elektrische Doppelschicht von Ladungsträgern mit hoher Speicherdichte.

Bild 3 Ultrakondensatoren



## Ultracap-USV-Systeme

Doppelschicht-Kondensatoren nehmen mit Kapazitätswerten von bis zu einigen zehntausend Farad erheblich größere Energiemengen auf als normale Kondensatoren und bringen eine höhere Leistung als Batterien. Sie lassen sich im Vergleich zu Akkumulatoren schneller laden und haben eine deutlich längere Lebensdauer. Als Zellen in handhabbarer Größe und zu akzeptablen Preisen finden sie auch in USV-Geräten Verwendung und sichern dort Anwendungen ab, die kurze Spitzenleistungen zwischen längeren Intervallen mit geringem Energiebedarf benötigen und sehr viele Lade- und Entladevorgänge erforderlich machen. J. Schneider Elektrotechnik beispielsweise setzt Doppelschicht-Kondensatoren in den USV-Anlagen der Baureihe C-TEC . Protecto, MLT ein.

Bild 4 C-TEC offen (DC-USV), Protecto (AC-USV) MLT (3-phasige USV)



## Lebensdauer und Zyklenfestigkeit

Doppelschicht-Kondensatoren machen aus einer USV-Anlage ein ausgesprochen langlebiges Produkt. Bei einer maximalen Ladespannung von 2,5 V je Kondensator kommen Ultracap-USV-Anlagen bei einer Umgebungstemperatur von 35 °C auf eine Lebensdauer von 20 Jahren. Damit decken sie ohne weiteres die gesamte Lebensdauer der Maschine ab, in die sie eingebaut sind. In der Lebenszeit einer Ultracap-USV-Anlage sind bei USV-Systemen ohne Temperaturnachführung und ohne automatischen Batterietest bis zu sechs Akkumulator-Tauschaktionen fällig. Außerdem können sie bis zu einer Million Ladezyklen erreichen, während verschlossene Bleiakkumulatoren je nach Entladetiefe auf 200 bis maximal 1.200 Zyklen ausgelegt sind.

## Kein Problem mit Tiefentladung

Anders als bei Bleiakkumulatoren ist Spannungsfreiheit bei Kondensatoren ein normaler Betriebszustand. USV-Geräte mit eingebauten Kondensatoren werden deshalb ungeladen ausgeliefert. Bei Bleiakkumulatoren hingegen besteht eine Tiefentladegrenze, sie liegt bei 1,6 V pro Zelle. Wird der Akkumulator durch aktive Entladung oder Selbstentladung tiefer entladen, muss mit einer Schädigung oder Zerstörung gerechnet werden, die beispielsweise im Maschinenbau mit typischerweise langen Projektlaufzeiten bereits in der Lagerzeit zwischen Fertigung und Inbetriebnahme auftreten kann. Bei der Inbetriebnahme sind mit Kondensatoren bestückte USV-Anlagen schnell verfügbar; die kurze Aufladezeit nach einer Entladung erhöht die Verfügbarkeitszeit der Geräte.

## Temperaturbeständigkeit

Die Unabhängigkeit der Ultrakondensatoren von der Temperatur machen sie auch für den Einsatz in USV-Anlagen geeignet, die unter extremen Temperaturbedingungen arbeiten. Umgebungstemperaturen von -40 °C bis +70 °C haben auf die Kapazität der Energiespeicher keinen Einfluss. Die unterbrechungsfreie Stromversorgung beispielsweise für Fernwerkeinheiten und Mittelspannungsschaltanlagen für Smart Grids, die in Umspannstationen im Außenbereich betrieben werden, müsste beim Einsatz herkömmlicher Akkumulatoren beheizt werden, da sich bei Bleiakkumulatoren die Kapazität mit sinkender Temperatur verringert: Der Kapazitätsverlust beginnt bereits bei einer Umgebungstemperatur

von unter 20 °C, bei -20 °C bleiben lediglich ca. 25 Prozent der Nennkapazität, bei Temperaturen darunter sind Akkumulatoren kaum noch zu gebrauchen. Ultrakondensatoren ermöglichen den Betrieb der Trafostation-Komponenten bei voller Kapazität und wartungsfrei über 20 Jahre hinweg.

Bild 5: Puffermodul der Vattenfall-Anwendung



### Geringe Folgekosten

Langlebigkeit und Wartungsfreiheit der Doppelschicht-Kondensatoren senken Aufwand und Kosten für die Wartung der USV-Anlagen erheblich. Man denke dabei insbesondere an Anwendungen an schlecht zugänglichen Orten: So müssen sich bei Windenergie-Anlagen die Windradflügel auch bei Stromausfall aus dem Wind drehen lassen, damit keine Schäden an der Anlage entstehen. Der Motor dafür und die unterbrechungsfreie Stromversorgung befinden sich im rotierenden Teil der Anlage, alles andere als gut zugänglich und daher teuer in der Wartung. Bei Offshore-Anlagen wird eine Wartung noch aufwendiger und ist außerdem aufgrund möglicher extremer Witterungsbedingungen nicht immer ungefährlich. Auch der Montage-Aufwand hält sich in Grenzen: Während für die herkömmliche USV-Absicherung mit Netzgerät, Überwachungseinheit, USV und Batterie bis zu vier Module installiert werden müssen, liefern integrierte Ultracap-USV-Lösungen die Absicherung komplett in einem Gehäuse. Da Kondensatoren nicht gasen, können sie sogar in hermetisch abgeschlossenen Gehäusen verwendet werden. Diese wiederum machen den Einsatz der USV-Anlagen in aggressiven Umgebungen möglich, wie für die Absicherung von Tierfütterungsanlagen in Hühner- oder Schweineställen, in denen die Luft extrem ammoniakhaltig ist. Kostensenkend macht sich auch die höhere Effizienz der Ultrakondensatoren bemerkbar. Der Wirkungsgrad liegt bei 84 bis 95 Prozent gegenüber dem Durchschnitt von unter 70 Prozent bei Batterien – neben dem Kostenfaktor auch ein Aspekt von Umweltfreundlichkeit. Da Ultracaps ohne Inhaltsstoffe wie schädliche Schwermetalle auskommen, können sie zu bis zu 70 Prozent recycelt werden und sind auch an diesem Punkt den Akkumulatoren haushoch überlegen.

### Fazit

Mit dem Doppelschicht-Kondensator steht ein physikalischer Energiespeicher mit enormer Kapazität und handlicher Größe zur Verfügung. Seine Eigenschaften wie Langlebigkeit, Zyklentfestigkeit und das Verhalten beim Entladen und Laden prädestinieren ihn zum Einsatz in USV-Systemen. Dort sichert er Lasten ab, die kurze Spitzenleistungen und häufiges Laden und Entladen erfordern, und reduziert gegenüber herkömmlichen Lösungen Montageaufwand, Wartungskosten und Energiebedarf. Aufgrund der Temperaturbeständigkeit und der Gasungsfreiheit sind Ultracap-USV-Lösungen auch für Anwendungen in extremen Umgebungsbedingungen erste Wahl.

Publikation von J.Schneider Elektrotechnik GmbH, Offenburg  
Bereitgestellt von:

ATECO EDV GmbH, Dietzenbach