

# WAS SIND SOLARBATTERIEN?

## *Was verstehen wir unter einer Solarbatterie?*

Die Solarbatterie

Solarbatterien (Solarakkus) wurden speziell für den Einsatz in netzautarken Photovoltaikinstallationen (Inselanlagen) entwickelt. Solche Systeme bestehen mindestens aus einem Photovoltaikmodul, Batterie-Laderegler, Solarbatterie und der Last. Handelt es sich um einen Wechselstromverbraucher, wird zusätzlich ein Wechselrichter zur Umformung der Batteriegleichspannung in Wechselspannung benötigt. In der Praxis können auch ein Dieselgenerator, eine Windturbine oder auch eine Brennstoffzelle ergänzend hinzugefügt werden.

Bis jetzt bezog sich die Bezeichnung "Solarbatterie" fast ausschließlich auf Bleisäurebatterien, die speziell für diese Anwendung entwickelt wurden, obgleich in manchen Fällen auch Nickel-Cadmium (NiCd) Batterien zum Einsatz kamen. In diesem Dokument untersuchen wir, welche Anforderungen an eine Solarbatterie gestellt werden und warum die neuesten **Vanadium Redox Durchflussbatterien** in dieser Hinsicht hervorragende Eigenschaften besitzen.

Die wichtigsten Eigenschaften einer Solarbatterie sind:

Lebensdauer

### *i) Lange Lebensdauer*

Die Batterie soll eine möglichst lange Lebensdauer aufweisen, da der Austausch teuer ist, speziell dann, wenn sich die Installation an einem entlegenen Aufstellungsort befindet. Wird eine wichtige technische Einrichtung aus der Batterie versorgt, dann ist ein unerwarteter Ausfall noch unerwünschter und teurer.

Aber was bestimmt die Lebenszeit einer Batterie und weshalb werden so große Schwankungsbereiche für die Lebenszeit von Bleisäurebatterien angegeben?

Unter idealen Umgebungsbedingungen können Bleisäurebatterien bis 20 Jahre Haltbarkeit aufweisen. Indessen ist das Batterieleben in einer Solaranwendung weit weg von idealen Bedingungen. Bleisäurebatterien leben am längsten, wenn man sie nicht zu tief entlädt und sie von Zeit zu Zeit voll aufgeladen werden. In solaren Anwendungen verharren die Batterien in den Wintermonaten aber oft auf einem relativ niedrigen Ladeniveau, da nicht genug Sonneneinstrahlung zum Aufladen der Batterien und gleichzeitiger Versorgung der Last vorhanden ist. Dies kann die Lebenszeit der Bleisäurebatterien dramatisch verkürzen, da sich unter diesen Bedingungen große, isolierende Bleisulfatkristalle (Sulfatierung) an den Elektroden bilden.

Ausfall der  
Bleisäurebatterien

Die Lebenszeitangaben von Bleisäurebatterien beziehen sich auf eine Umgebungstemperatur von 20°C oder 25°C, wobei jede Temperaturerhöhung um 10°C die Lebenszeit der Batterie in etwa halbiert. Aus diesem Grund würde eine Batterie, die für 16 Jahre bei 20°C spezifiziert ist, bei 40°C nur 4 Jahre halten. Dieses ernste Problem wird in den wärmeren Regionen manchmal durch Einbau von Klimaanlage in den Batteriecontainer umgangen. Die Kühlung benötigt jedoch wieder zusätzliche Energie,

# WAS SIND SOLARBATTERIEN?

die durch ein noch größeres, teureres Gesamtsystem bereitgestellt werden muss.

Gitterkorrosion ist ein weiteres Problem, welches die Bleisäurebatterien angreift. Dabei werden die Bleirahmen oder die Bleilegierungsrahmen, die das Elektrodenmaterial halten, schrittweise korrodiert. Dies führt zu einem Anstieg des Elektrodenwiderstands und gleichzeitig zur Abnahme der Batterieleistung bis hin zum völligen Ausfall der Batterie. Gitterkorrosion tritt verstärkt auf, wenn die Batterie nur mit kleinen Entladeströmen konfrontiert wird. Ebenfalls eine Betriebssituation, die in PV Installationen häufig vorkommt.

In der Praxis können Bleisäurebatterien in Solarinstallationen sehr unterschiedliche Lebenszeiten aufweisen, wobei 2 bis 5 Jahre nicht ungewöhnlich sind.

Wie verhält sich nun die Vanadium Redox Durchflussbatterie?

Lebensdauer  
Vanadiumbatterie

Tests haben gezeigt, dass die Vanadium Technologie sehr viele Lade- Entladezyklen verträgt, da alle Reaktionen in Lösungen ablaufen (es gibt keine festen Elektroden, die wegbröckeln könnten). Weiters haben auch alle anderen Fehlermechanismen, die die Bleisäurebatterie angreifen, keinen Einfluss auf die Vanadium Redox Durchflussbatterie.

Cellstrom erwartet für das FB10/100 Energiespeichersystem eine Lebenszeit von 20 Jahren, wobei nach 10 Jahren die Reaktoren getauscht werden. Alle Teile des Systems können einzeln erneuert werden, im Gegensatz zum Austausch der gesamten Batteriebank bei der Bleisäurebatterie.

## *ii) Verhalten bei Tiefentladungszyklen*

Tiefentladungs-  
verhalten

Solarbatterien werden als tiefentladefähige Batterien angesehen. Dieser Typ von Bleisäurebatterie hat wesentlich dickere und dichtere Elektroden, optimiert für die Abgabe großer Energiemengen, ganz im Gegensatz zu Autostarterbatterien, die kurzzeitig hohe Leistung bereitstellen. Die besten Ausführungen erlauben eine Entladetiefe von 80% ihrer spezifizierten Kapazität, ein Betriebsmodus, der Starterbatterien sehr rasch zerstören würde.

Bei jedem Entladevorgang wird Energie aus der Batterie entnommen. Die Gesamtenergiemenge über die Lebenszeit der Batterie ist demnach die Summe der entnommenen Energiemengen bei jeder Entladung. Dieser Wert, die Gesamtenergie über die Lebenszeit, bleibt ungefähr konstant, unabhängig von der Zyklustiefe. Eine sehr gute Bleisäurebatterie, die wiederholt mit 80% entladen wird, schafft daher nur etwa ein Viertel der Zyklen als wenn sie nur mit 20% Entladetiefe je Zyklus belastet wird.

Im Gegensatz dazu kann die Vanadium Redox Durchflussbatterie auf 100% entladen werden, ohne Einfluss auf das Zyklenleben; sie ist eine wahre Tiefentladungsbatterie. Für die spezifizierten Kenndaten der FB10/100 heißt das, dass die 100 kWh Energie wirklich zur Gänze zur Verfügung stehen. Der Kapazitätsnennwert der Bleisäurebatterie ist nicht die nutzbare Energiemenge. Wird die Batterie zu 100% entladen geht dies sofort zu

# WAS SIND SOLARBATTERIEN?

Lasten der Lebenszeit.

Beachten Sie bitte, dass Bleisäurebatterien üblicherweise gemäß ihrer Kapazität (Ah) klassifiziert werden und nicht nach ihrer Energie (Wh oder kWh). Um die Energie zu erhalten, wird einfach die Kapazitätsangabe mit der Batteriespannung multipliziert. So speichert eine 2 V/ 1200 Ah Bleisäurebatterie  $2 \times 1200 = 2400$  Wh oder 2,4 kWh. Davon sind weniger als 80% nutzbar:  $0,8 \times 2,4 \text{ kWh} = 1,9 \text{ kWh}$ . Wenn viele Batterien zusammen geschaltet verwendet werden (in Serie oder parallel) entspricht die Gesamtenergie der Summe der Energie der Einzelbatterien.

### *iii) Wartung*

Wartung

Idealerweise sollte eine Solarbatterie wartungsfrei sein. Bei abgelegenen, unbemannten Stationen ist dies noch wichtiger, da regelmäßige Wartungsarbeiten sehr teuer werden können. Bleisäurebatterien sind als geschlossene Batterien mit flüssigem Elektrolyten (geschlossen, aber mit Nachfüllöffnungen) oder als verschlossene (wartungsfreie) Batterien mit gebundenem Elektrolyten erhältlich. Die geschlossenen Batterien sollten regelmäßig überprüft werden (idealerweise einmal pro Monat). Wenn notwendig werden diese mit deionisiertem Wasser nachgefüllt. Schlechte Wartung verkürzt bei diesem Batterietyp die Betriebszeit signifikant!

Die wartungsfreien Bleisäurebatterien können nicht mit Wasser nachgefüllt werden, da es sich um verschlossene Typen handelt (die Ventile dienen nur dem Abbau des Gasüberdrucks). Auch dieser Batterietyp ist nicht komplett wartungsfrei, da jede Bleisäurebatterie periodisch inspiziert und gereinigt werden sollte.

Die FB10/100 hat einen "smart" Controller, der den Batteriestatus laufend überprüft und feststellt, ob irgendeine Wartungsaktivität erforderlich wird. In diesem Fall wird ein Signal zur lokalen Servicevertretung geschickt. Regelmäßige Wartungsüberprüfungen werden so auf ein Minimum reduziert.

### *iv) Sicherheit*

Sicherheit

Eine Solarbatterie sollte ausschließlich von qualifiziertem Fachpersonal installiert werden. Es gibt eine Reihe von internationalen Standards die bezüglich der Sicherheit eines Batterieraums anzuwenden sind. Diese beinhalten auch die Installation ausreichender Belüftungseinrichtungen, um die Anreicherung von explosivem Wasserstoffgas zu verhindern. So kann auch die Verlegung eines antistatischen Bodens erforderlich werden.

Die FB10/100 erzeugt nur einen Bruchteil des Wasserstoffgases verglichen mit einer Bleisäurebatterie gleicher Größe. Dieser wird über den Tanks gesammelt und sicher ins Freie ventiliert, ohne dass weitere Maßnahmen erforderlich wären.

Speziell die geschlossenen Bleisäurebatterien sollten auf absorbierenden Matten stehen, damit im Fall einer Leckage die Säure aufgefangen wird. Beide Typen, also auch die

# WAS SIND SOLARBATTERIEN?

---

wartungsfreien Bleisäurebatterien sollten in Gestelle montiert werden, um einfache Inspektion und Reinigung zu ermöglichen.

Die FB10/100 ist eine eigensichere Batterie, die nicht einmal durch einen Kurzschluss beschädigt werden kann (trotzdem sollte dieser Zustand vermieden werden, da das kurzschließende Teil sehr heiß werden könnte!) Andere Batterietypen können im Kurzschlussfall explodieren.

## v) *Selbstentladung*

### Selbstentladung

In einer PV Installation ist jede Wh wertvoll und deswegen muss Vorsorge getroffen werden, Energieverschwendung auf ein Minimum zu reduzieren. Selbstentladung ist ein Prozess, der in jeder Batterie auftritt und äußert sich in schrittweisem Verlust der verfügbaren Energie, auch wenn keine Last an der Batterie angeschlossen ist. Die Selbstentladung kann irreversibel sein (z.B. wenn die Kapazität einer Batterie nicht wiederherstellbar ist) oder reversibel (z.B. nach Wiederaufladung hat die Batterie die gleiche Energie wie zuvor).

Eine Bleisäurebatterie hat typischerweise eine Selbstentladung von 2 – 30% pro Monat bei 30°C, abhängig vom Batterietyp; die niedrigsten Werte haben neue AGM (absorbed glass mat) Batterien. NiCd Batterien haben höhere Selbstentladungsraten. Die Selbstentladungsrate des Elektrolyten der Vanadium Redox Durchflussbatterie beträgt im Tank nahezu 0%, in den Reaktoren jedoch deutlich mehr. Die FB10/100 hat eine Selbstentladung von 30 W – äquivalent zu 17% pro Monat; im gleichen Bereich wie Bleisäurebatterien.

Es muss aber auch berücksichtigt werden, dass die Leistungselektronik (Wechselrichter und Solarladeregler) die Batterie entleeren, auch wenn keine nützliche Last angeschlossen ist. Im Standby werden typisch 10 W gezogen und mit einer kleinen Last ca. 60 W (bei einem 10 kW System). Also würde auch eine Batterie mit 0% Selbstentladung konstant mit 10 bis 60 W durch die Elektronik entladen werden. Aus diesem Grund sollte die Selbstentladung einer Batterie immer aus der Perspektive des Gesamtsystems erfolgen.

## vi) *Kosten*

### Preis

Wie bei fast allen Dingen im Leben gilt der Spruch "Man bezahlt für das, was man bekommt". Solarbatterien kosten mehr als Starterbatterien. Gute Solarbatterien noch mehr. Die FB10/100 kostet mehr als ein Satz Solarbatterien auf Bleisäurebasis bei vergleichbarer Größe. Also warum sollte man die teurere Batterie einsetzen? Wenn die Installation nur für die Lebenszeit eines Satzes Bleisäurebatterien ausgelegt werden muss (2 – 5 Jahre), gibt es keinen vernünftigen finanziellen Grund. Ist die Lebensdauer der Anlage allerdings für längere Zeit anberaumt, und die PV Module halten 20+ Jahre, dann muss in den Kosten auch der Batterietausch berücksichtigt sein. Hier wird rasch klar, warum die Investition in das Beste Sinn macht.