

## Anleitung zum Umgang mit VRLA Batterien (GEL und AGM):

Bei verschlossenen **VRLA (Valve Regulated Lead Acid)** Batterien wird der bei der Ladung der Batterie durch Wasserzersetzung an der positiven Elektrode freiwerdender Sauerstoff durch ein GEL oder ein Glasvlies von der positiven zur negativen Elektrode geleitet und am Ende einer Reihe chemischer Reaktionen letztendlich wieder zu Wasser umgewandelt.

Während der Ladung tritt ein Teil des Sauerstoffs auch in den gemeinsamen Gasraum. Bei VRLA Batterien ist das Batteriegehäuse durch verstärkte Wände als Druckbehälter ausgelegt, um den kurzzeitig auftretenden Sauerstoffüberschuss bis zur vollständigen Rekombination an der negativen Elektroden am Entweichen zu hindern. Bei unsachgemäßer Ladung entsteht neben Sauerstoff auch Wasserstoff an der negativen Elektrode, der nicht zu Wasser umgesetzt werden kann, sondern über die Sicherheitsventile nach Überschreitung des zulässigen Überdrucks einschließlich des im Gasraum befindlichen Sauerstoffs entweicht. Bei Vermeidung unsachgemäßer Ladung tritt bei VRLA Batterien kein Wasserverlust auf und die Batterien sind vollkommen wartungsfrei. Während der Lagerung und der Energienentnahme befindet sich kein Sauerstoff im Gasraum und die Batterie weist einen Unterdruck auf. Ein Öffnen der Ventile ist unbedingt zu vermeiden, da beim Eindringen von Luftsauerstoff eine Oxidation der negativen Elektroden erfolgt. Diese führt zu einer irreparablen Schädigung bis hin zum vollständigen Ausfall der Batterie.

**Wichtiger Hinweis: VRLA Batterien dürfen niemals geöffnet werden. Öffnen führt zur irreparablen Schädigung bis hin zum Ausfall der VRLA Batterie.**

Die beiden Ausführungsformen von VRLA Batterien:

1. Als GEL-Batterien werden die VRLA Batterien bezeichnet, bei der der Elektrolyt in einem GEL festgelegt ist.
2. Als AGM-Batterien (**A**bsorbend **G**las **M**ate) bezeichnet man die VRLA Batterien, bei dem der Elektrolyt in einem Glasvlies eingelagert ist.

Die beiden unterschiedlichen Ausführungsformen von VRLA Batterien, GEL Batterien einerseits und AGM Batterien andererseits, weisen wesentliche Unterschiede in ihren Eigenschaften auf. Das Ziel dieser technischen Abhandlung ist es, die unterschiedlichen Eigenschaften im Hinblick auf die vorgesehene Verwendung aufzuzeigen.

Da GEL Batterien aufgrund ihrer aufwendigeren Bauweise teurer in der Herstellung sind als AGM-Batterien, werden AGM-Batterien aus Kostengründen oftmals in typischen GEL- Anwendungen eingesetzt. Die Folge ist oftmals ein unvorhergesehener Ausfall von AGM-Batterien und in nahezu allen Fällen eine deutlich kürzere Lebensdauer bei Verwendung von AGM-Batterien in typischen GEL Batterie Anwendungen.

In den letzten Jahren werden vermehrt AGM-Batterien auf dem Markt angeboten, die infolge der Bauweise keine ausreichende Rekombination des

Sauerstoffs gewährleisten und damit nicht die typischen Merkmale einer VRLA Batterie aufweisen. Derartige AGM-Batterien weisen in der Regel (1) eine deutlich geringere Kaltstartleistung und (2) deutlich geringere Lebensdauer als VRLA AGM-Batterien auf. Die Leistungsdaten dieser Batterien sind vergleichbar mit denen von nassen Ca-Ca Batterien und neigen sehr zur Kurzschlussbildung.

## **I) Einfluss der Umgebungstemperatur auf die NanoTech GEL Batterien:**

### **1. Batterie Ladung**

Die Ladespannung bei VRLA Batterien sollte einen vorgegebenen Wert nicht überschreiten, damit die Gasentstehung an den Elektroden nicht den Auslösedruck des Sicherheitsventils überschreitet. Im Besonderen ist die Entstehung von Wasserstoff an der negativen Elektrode zu vermeiden. Da die Rekombination des Sauerstoffs an der negativen Elektrode durch chemische Vorgänge sowie der Sauerstofftransport innerhalb des GEL begrenzt sind, muss dies bei der Ladung berücksichtigt werden. Eine Überschreitung des Auslösedrucks des Sicherheitsventils führt zu Gas und damit Wasserverlust. Ein Austrocknen der Batterie und eine damit verbundene Verringerung der Lebensdauer sind die Folge. Um die Gasentstehung zu begrenzen ist die Ladespannung in Abhängigkeit von der Temperatur zu begrenzen. Bei einer Temperatur von 20°C sollte die Ladespannung 14.2 V nicht überschreiten. Bei höheren Temperaturen ist Spannung um den Wert 0.25 V / 10\_ b0C zu verringern und bei niedrigeren Temperaturen um 0.25 V / 10°C zu erhöhen.

Optimale Ladespannung  $U = 14.0V + 0.25V \cdot (20^{\circ}C - T) / 10^{\circ}C$  T in °C

#### **NanoTech GEL:**

Infolge der Sicherheitsventile der NanoTech GEL Batterien können diese im Temperatur Bereich von -20°C bis 40°C mit Ladespannungen < 14.4 V Geladen werden, ohne dass sich das Sicherheitsventil öffnet.

#### **NanoTech GEL Tropic:**

Speziell für Bereiche mit extrem heißem Klima (Mittlerer Osten, Afrika, Tropen sowie Wüsten) ist die Dichte der Schwefelsäure abgesenkt, damit die Batterien bei Temperaturen bis zu 60°C mit Spannungen < 14.4 V Geladen werden kann, ohne dass sich das Sicherheitsventil öffnet.

### **2. Selbstentladung**

Aufgrund von thermisch getriebenen chemischen Reaktionen innerhalb der Blei-Batterien (GEL, AGM sowie nasse Batterien) findet eine Selbstentladung statt. Der Wert der Selbstentladung hängt von den Legierungen, Verunreinigungen sowie der Batterie Konstruktion ab. Die Selbstentladung

beeinflusst die Lagerzeit der Batterien ohne Nachladung. Aufgrund der Konstruktionsmerkmale, der geringen Verunreinigungen und der Ca-Ca Technologie der NanoTech GEL Batterien ist die Selbstentladung geringer als bei üblichen nassen Batterien sowie den AGM Batterien. Trotzdem beeinflusst die Temperatur während der Lagerung die Selbstentladung. Die durchschnittliche Lagerzeit bis zur 50%igen Entladetiefe ergibt sich wie folgt:

Temperatur 0 10 20 30 40 50 °C

50% Kapazitätsabnahme > 24 24 18 10 6 3 Lagerzeit in Monaten

**Bemerkung:** (1) Nasse und AGM Batterien weisen eine nennenswert erhöhte Korrosion der positiven Elektroden auf, sofern der Ladezustand weniger als 60% der Nominal-Kapazität beträgt. Aufgrund der neuartigen Herstelltechnologie und der Konstruktion der NanoTech GEL Batterie ist keine nennenswerte Korrosion unter vergleichbaren Bedingungen feststellbar.

(2) Speziell im extrem heißem Klima weisen NanoTech GEL Batterien im Vergleich zu AGM Batterien keinen thermischen Runaway und eine geringere Selbstentladung auf.

## II) Gebrauchsdauer bei zyklischer Belastung

Die Anzahl der typischen Zyklenanzahl, ermittelt nach der IEC EN 60254, unterscheidet sich deutlich bei GEL, AGM sowie herkömmlichen nassen Standard Batterien für die Erstausrüstung:

### Typische Zyklenzahl

#### Entladetiefe

(100% = K<sub>20</sub>) GEL AGM Standard

25 % 2000 900 300

50 % 1000 360 120

70 % (IEC) 600 180 60

GEL Batterien haben eine deutlich längere Lebensdauer verglichen mit AGM oder nassen Standard Batterien. Einen wesentlichen Einfluss auf die Lebensdauer hat die Säureschichtung innerhalb der Batterien. Eine Säureschichtung tritt bei nassen Ca-Ca Batterien als auch bei AGM, wenn auch weniger ausgeprägt, auf. Allein GEL Batterien zeigen keine Säureschichtung.

## III) Ladegeräte zur Aufladung von VRLA Batterien

Wie bereits in I.1 ausgeführt, sollte ein Ladegerät gewährleisten, dass die VRLA Batterien während der Ladung den entstehenden Sauerstoff rekombinieren können und die Entstehung von Wasserstoff vermeiden. In diesem Fall tritt kein Gasverlust durch Öffnung des Sicherheitsventils auf. Dies wird dadurch erreicht, dass die in I.1 ausgeführten Bedingungen bezüglich der Ladespannung eingehalten werden:

- 1 Am besten geeignet für die Ladung von VRLA Batterien sind Ladegeräte, die die Ladespannung in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur selbständig regeln. Besonders in extremen Klimabereichen kann auf diese Weise eine lange Lebensdauer trotz der extremen Bedingungen erzielt werden. Hierbei sollte als Basis für die NanoTech GEL 14.0V bei der Referenztemperatur 20°C gewählt werden.
- 2 Ladegeräte mit einer konstanten Spannung sind in der Regel für gemäßigte Klimabereiche völlig ausreichend. Die konstante Ladespannung sollte im Bereich von 14.2 - 14.4 V liegen.
- 3 Auch I-U Ladegeräte sind geeignet, sofern die Ladespannung im Bereich 14.2 - 14.4 V liegt.
- 4 Ladegeräte mit konstantem Strom sind völlig ungeeignet zur Ladung von VRLA Batterien, da bei Ihnen zum Ende der Ladung unweigerlich eine unkontrollierte Gasentstehung auftritt. Diese Form von Ladegeräten ist bei Bleibatterien kommerziell ohne Bedeutung.

**Bem:** Eine kontrollierte Ladung mit konstantem Strom nach Beendigung der normalen Spannungsgeführten Ladung über einen Zeitraum von 1 - 2 h und  $I < C_{20} / 70h$  ist sehr vorteilhaft, bei üblichen Ladegeräten jedoch nicht möglich.

#### IV) Entnehmbare Kapazität $C_{3h}$ , $C_{5h}$ , $C_{10h}$ und $C_{20h}$

#### V) Vorteile und Nachteile der unterschiedlichen Batteriesysteme

##### V) Empfehlung:

Die **NanoTech GEL Batterien** bewegen sich im **höheren Preissegment**, können aber andererseits mit einer außergewöhnlichen Lebensdauer und Zuverlässigkeit aufwarten. Die **Kosten-pro-Zyklus** oder **Kosten-pro-genutzter Ah** der NanoTech GEL Batterien sind **deutlich niedriger** im Vergleich zu VRLA-AGM oder nassen Standard Batterien.