

# ***Handbuch***



## ***Lithium-Eisen-Phosphat Akku***

***Typ: 24V – 400 Ah - 2***  
***Rev. 7.x***

Änderungen vorbehalten

## 1. Einleitung

Sehr geehrte Kundin, sehr geehrter Kunde,  
Wir freuen uns, dass Sie sich für unseren Akku entschieden haben.

### Sicherheit hat Vorrang!

Bitte lesen Sie vor dem ersten Gebrauch des Akkus diese Anleitung sorgfältig durch und bewahren Sie diese beim Gerät auf. Aus Haftungsgründen ist diese Anleitung bei Weitergabe des Akkus mit auszuhändigen.

## 2. Sicherheitsrichtlinien und Sicherheitsmaßnahmen



### 2.1 Allgemeine Regeln

Arbeiten am Lithium-Eisen-Phosphat Akku sollten nur durch einen Fachmann durchgeführt werden.



Während der Arbeit am Lithium-Eisen-Phosphat Akku tragen Sie bitte Schutzbrille und Schutzkleidung.



Gelangt Material aus der nicht abgedeckten Batterie, wie zum Beispiel Elektrolyt oder Puder, in Kontakt mit der Haut oder den Augen muss es sofort mit viel sauberem Wasser ab- bzw. ausgespült werden. Ziehen Sie dann einen Arzt hinzu. Wenn etwas davon auf die Kleidung verschüttet wird, spülen Sie es mit Wasser ab.



Explosions- und Brandgefahr. Die Anschlüsse des LiFePo<sub>4</sub>-Akkus stehen bei eingeschaltetem Akku unter Spannung. Legen Sie daher niemals leitende Gegenstände oder Werkzeuge auf dem LiFePo<sub>4</sub>-Akkus ab. Vermeiden Sie Kurzschlüsse, zu tiefe Entladungen oder zu hohe Ladeströme.

Verwenden Sie isolierte Werkzeuge. Tragen Sie keine metallischen Gegenstände so wie Uhren, Armbänder, etc. am Körper. Verwenden Sie bei einem Feuer Feuerlöscher der Klasse D, Schaum oder CO<sub>2</sub>-Feuerlöscher.



Versuchen Sie niemals, den LiFePo<sub>4</sub>-Akku zu öffnen oder zu zerlegen. Elektrolyt ist stark ätzend. Unter normalen Arbeitsbedingungen ist ein Kontakt mit dem Elektrolyt ausgeschlossen. Falls das Akkugehäuse beschädigt sein sollte, berühren Sie nicht den austretenden Elektrolyt oder das Puder, da beides stark ätzend ist.

LiFePo<sub>4</sub>-Akkus sind schwer. Bei einem Unfall können sie zu einem „Geschoss“ werden! Achten Sie auf eine angemessene und sichere Befestigung und verwenden Sie stets die passende Transportausrüstung. Gehen Sie vorsichtig mit den LiFePo<sub>4</sub>-Akkus um, sie sind stoßempfindlich.

Wenn ein LiFePo<sub>4</sub>-Akku wieder geladen wird, nachdem sie bis unter die Begrenzungsspannung für das Abschalten entladen wurde oder, wenn sie beschädigt oder überladen wurde, kann ein giftiges Gasgemisch wie zum Beispiel Phosphat austreten.

**Bei einer Nicht-Beachtung der Bedienungsanleitung, bei Reparaturen mit anderen als den Originalbauteilen oder bei unfachmännischen Reparaturen erlischt die Gewährleistung.**



## 2.2 Transporthinweise

Der LiFePo<sub>4</sub>-Akku ist in ihrer Originalverpackung oder in einer entsprechenden Verpackung in aufrechter Position zu transportieren. Befindet sich der Akku in seiner Verpackung, verwenden Sie weiche Riemen, um eine Beschädigung zu vermeiden. Stellen Sie sich nie unter einen LiFePo<sub>4</sub>-Akku, während dieser hochgezogen wird. Heben Sie den Akku niemals an den Anschlüssen sondern immer nur an den Griffen an.

Die Akkus sind gemäß dem UN- Handbuch über Prüfungen und Kriterien, Teil III, Unterabschnitt 38.3 (ST/SG/AC.10/11/Fassung 5) geprüft.

Für den Transport gehören die Akkus zur Kategorie UN3480, Klasse 9, Verpackungsgruppe II und beim Transport müssen diese Regelungen eingehalten werden. Das bedeutet, dass sie für den Transport über Land oder auf dem Wasser (ADR, RID & IMDG)

gemäß der Verpackungsanleitung P903 und für den Lufttransport (IATA) gemäß der Verpackungsanleitung P965 verpackt sein müssen. Die Originalverpackung erfüllt diese Vorgaben.

## 2.3 Entsorgung von Lithium-Eisen-Phosphat-Akkus

Akkus, die mit dem Recycling- Symbol gekennzeichnet sind, müssen bei anerkannten Recycling-Stellen abgegeben werden. Nach Vereinbarung können sie auch an den Hersteller zurück gegeben werden. Batterien dürfen nicht in den Haus- oder Industrie- Müll.



**Auslaufsicher**

## 3. Allgemeine Informationen über Lithium- Eisenphosphat-Akkus

Der Lithium-Eisenphosphat ( $\text{LiFePO}_4$  oder LFP)-Akku ist einer der sichersten der regulären Lithium-Ionen-Akkutypen. Die Nennspannung einer LFP-Zelle beträgt 3,2 V. Ein 25,6 V LFP-Akku besteht aus 8 in Reihe geschalteten Zellen.

### 3.1 Vergleich zu Blei-Akkus

Bei einem Blei-Säure-Akku kommt es in folgenden Fällen aufgrund von Sulfatierung vorzeitig zum Versagen:

- Wenn sie lange Zeit in unzureichend geladenem Zustand betrieben wird (wie z.B., wenn der Akku selten oder nicht voll aufgeladen wird).
- Wenn er im teilweise geladenen Zustand oder fataler weise, vollständig entladenen Zustand belassen wird.

Ein  $\text{LiFePO}_4$ -Akku muss nicht voll aufgeladen sein. Das ist ein bedeutender Vorteil von LFP-Akkus im Vergleich zu Blei-Akkus. Ein weiterer Vorteil ist der breite Arbeits-Temperatur-Bereich und der geringe Innenwiderstand sowie ein sehr hoher Wirkungsgrad, bis 97%.

### 3.2 Effizienz

Bei vielen Einsatzmöglichkeiten, speziell bei netzunabhängigen Solaranlagen, kann der Wirkungsgrad von ausschlaggebender Bedeutung sein. Der Energienutzungsgrad eines Lade-und Entlade-Zyklus eines durchschnittlichen Blei-Säure-Akkus liegt bei ca. 50 %.

Der Energienutzungsgrad von einem Ladezyklus eines LFP-Akkus liegt dagegen hier bei 96 %. Der Ladevorgang eines Blei-Säure-Akkus wird insbesondere dann ineffizient, wenn die 80 %-Marke des Ladezustands erreicht wurde. Das führt zu Energienutzungsgraden von unter 50 %. Dagegen erzielt ein LFP-Akku einen Energienutzungsgrad von 96 %, selbst wenn er nur geringe Ladung hat.

### 3.3 Gewicht und Größe

Die Platz-und Gewichtseinsparung beträgt ca. 70 %, sehr bedeutend für Reisemobile, Boote usw.



### 3.4 Handhabung

LFP-Akkus lassen sich leichter aufladen, als Blei-Säure-Akkus. Die Lade-Spannung sollte zwischen 28,0V und 28,4 V (Konstantspannung) liegen. Der Ladestrom geht bei Erreichen von 3,6V / Zelle gegen Null. Zu keiner Zeit darf die einzelne Zellenspannung mehr als 3,65V anliegen. Außerdem müssen diese Akkus nicht voll aufgeladen werden. Aus diesem Grund lassen sich mehrere Akkus bei ungleichem Ladezustand parallel schalten ohne, dass eine Beschädigung auftritt.

## 4. Installation

### 4.1 Schutz vor Kurzschlüssen

Bei Installation eines Akkus sind Kurzschlüsse zu vermeiden. Der Akku kann durch Drücken des Tasters komplett Aus- und Ein geschaltet werden.

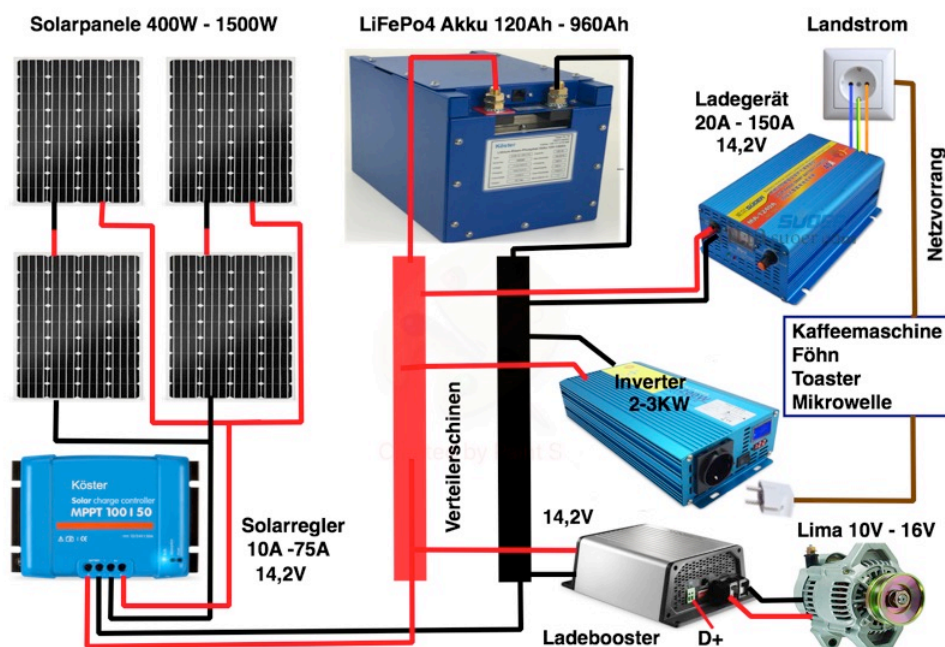
### 4.2 Anschluss des Akkus

**Vor Anschluß des Akkus, diesen unbedingt ausschalten - Taster für ca. 2 Sekunden drücken, LED blinkt nicht mehr!**

**Nach Anschluß und Beendigung aller Elektroarbeiten, Akku ebenso wieder einschalten, LED blinkt wieder.**

Der Anschluss des Akkus ist denkbar einfach, genau wie bei einem Blei-Akku. Die Plus-Klemme ist rot (M10 Messing) und die Masse- oder Minus-Klemme ist schwarz (M10 Messing). Die Anschluss-Abfolge ist beliebig. Ladegerät und Solarregler sowie Verbraucher werden parallel angeschlossen. Die Akku-Überwachung ist integriert, so dass keine Überladung oder Tiefentladung stattfinden kann.

**Was im laufenden Betrieb zu beachten ist, s. Kapitel 10.**



**Anschluß-Übersicht (bei 24V Spannungswerte verdoppeln)**

### 4.3 Laden des Akkus

Bei der Lieferung sind die Akkus mindestens zu 80 % aufgeladen und damit sofort einsatzbereit. Die Ladung erfolgt am besten durch ein Ladegerät oder eine Stromversorgung, eingestellt auf 28,4V Konstantspannung. Es wird grundsätzlich eine Ladung von mehreren Stunden empfohlen, um die Zellen vollständig auszugleichen. Für die Ladungserhaltung sollte die Spannung bei 27,6 V liegen. Da die Zellen nicht unter -10°C geladen (nur entladen) werden dürfen, enthält das BMS eine Überwachungs-Automatik. Diese verhindert Schäden und Folgeschäden.

### 4.4 Entladen des Akkus

Bei der Lieferung sind die Akkus mindestens zu 80 % aufgeladen und damit sofort einsatzbereit. Der max. kurzzeitige Entladestrom, speziell durch Inverter, liegt ebenfalls bei ca. 256A. Das entspricht einem Verbraucher von ca. 3KW. Der Akku ist durch das BMS vor Tiefentladung geschützt.

### 4.5 Der normale Betrieb

Der Akku wird wie jede andere Blei-Akku mit nur 2 Klemmen! angeschlossen und kann darüber ge- und entladen werden. Das integrierte BMS verhindert Über- oder Unterspannung der einzelnen Zellen sowie des gesamten Akkus. Sollte der eher seltene Fall der Abschaltung eintreten, erfolgt die Wiedereinschaltung bei Erreichen der Sollwerte automatisch.

## 5. Beschreibung des Akkus

### 5.1 Die Zellen



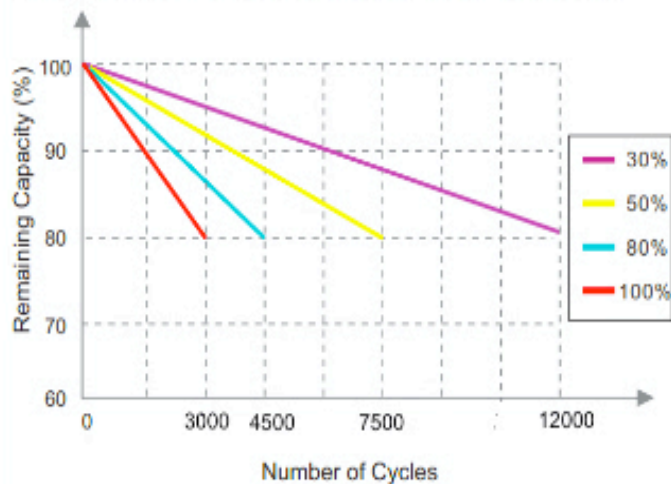
Es kommen hier die LiFePo4 Standard (HighTech) Zellen, die sich über Jahre bewährt haben, zum Einsatz. Je nach Kapazität und Baugröße- oder Form werden 120Ah, 175Ah, 200Ah oder 240Ah Zellen verbaut. Diese haben einem Temperaturbereich zum:

Laden -10°C bis + 60°C und Entladen -20°C bis + 60°C.

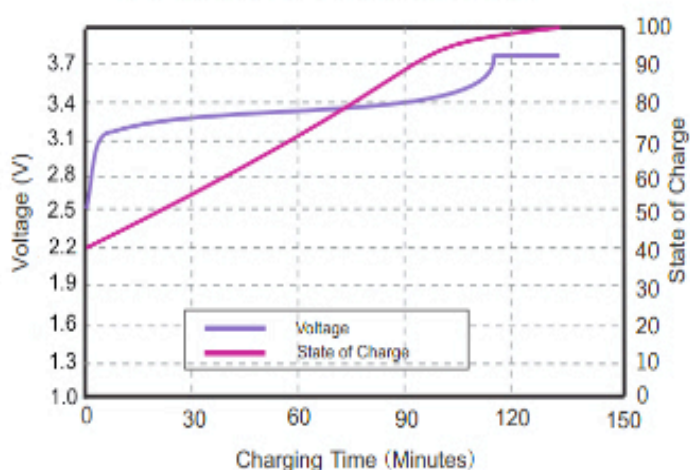
Diese Temperaturen bei Ladung und Entladung werden vom BMS kontrolliert.

## 5.2 Lade- und Entlade-Kurven einer Zelle

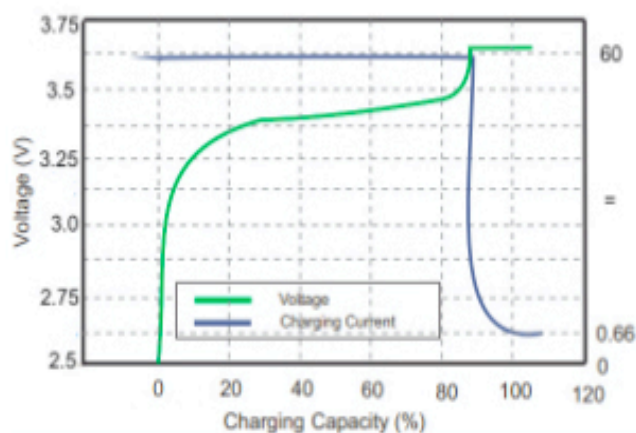
Different DOD Discharge Cycle Life Curve @1C



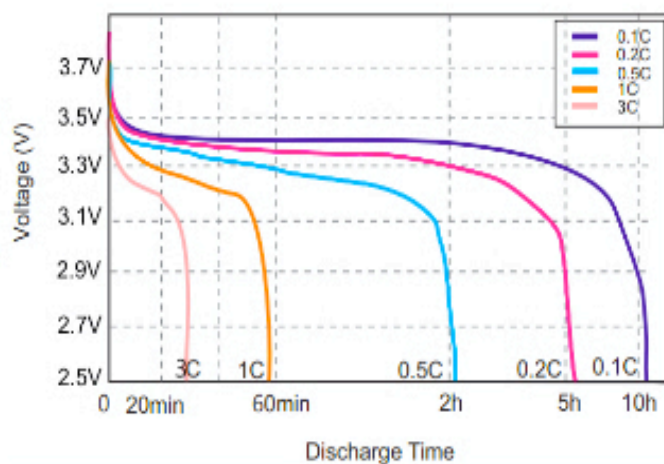
State of Charge Curve @0.5C 25°C



Charging Characteristics @0.5C 25°C



Different Rate Discharge Curve @25°C



### 5.3 Das Gehäuse



Die vierteiligen Gehäuse werden industriell und exklusiv gefertigt mit einer Toleranz von  $< \pm 1$  mm. Sie sind mit einer schlagfesten Industrie-Pulver-Beschichtung versehen. Das Gehäuse enthält alle Baugruppen, so daß keine externen Elemente verbaut werden müssen.

Wesentlich ist hierbei das Drei-Kammer-System:

Die Hauptkammer für die Zellen befindet sich in der Mitte. Sie bildet eine druckresistente Kammer, so daß von Zellen, die im Extremfall auslaufen können, die Flüssigkeit nach UN 38.3 nicht austritt.

Die linke Kammer beinhaltet den Leistungsteil je nach Kapazität für Ströme von 150A - 350A mit den äußeren Polklemmen.

Die rechte Kammer enthält die Steuerelektronik und schirmt sie gemäß UN ECE R10 von externen elektro-magnetischen und thermischen Einflüssen ab.

Eine weitere Hauptfunktion ist der Brandschutz. Für gute Hantierbarkeit sorgen die eingelassenen Griffmulden. Sie dienen auch gleichzeitig als Belüftung für Balancer und Shunt.

### 5.4 Die Leistungsteile



Das eingesetzte Leistungsmodul richtet sich nach Einbaugröße, Kapazität und Strombelastbarkeit.

Jede Leistungsbaugruppe selbst enthält u.a. 2- oder 4 impulsgesteuerte Schütze; eines für Überspannung und eines für Unterspannung.

Nur mithilfe dieser Technologie ist gewährleistet, daß der Akku nach Abschaltung bei Unterspannung weiter geladen, und bei Abschaltung durch Überspannung weiter entladen werden kann. Vollabschaltung bedeutet beide Schütze abschalten.



### Bei Voll- oder Teilabschaltung wird der Plus-Pol (+) entsprechend der Fahrzeuglogik geschaltet.

Dieses wird außerordentlich wichtig, wenn das Fahrzeug z.B. im Winterlager steht und „die Unterspannung auslöst“. Sollte ein Schütz weiterhin Strom ziehen, würden die Zellen tiefentladen und damit unwiederbringlich zerstört.

Eine integrierte Leistungs-Dioden-Matrix sorgt dafür, daß der Akku trotz Abschaltung im „Halb-Strom-Verfahren“ weiter betrieben werden kann,

Wenn der Akku entladen ist und durch Unterspannung abschaltet, kann er „nahtlos“ wieder mit 6A - 65A, in der Spitze sogar mit 100A, geladen werden, ohne Umklemmen oder separate Leitungen, wie bei fast allen handelsüblichen Systemen.

Sollte der Akku überladen worden sein und das Schütz abgeschaltet haben, kann die „überschüssige“ Ladung nahtlos wieder mit ca. 65A, in der Spitze sogar mit 100A entnommen werden, ebenfalls ohne Umklemmen. Die Rückschaltung erfolgt jeweils bei Erreichen der entsprechenden Schwellspannung.

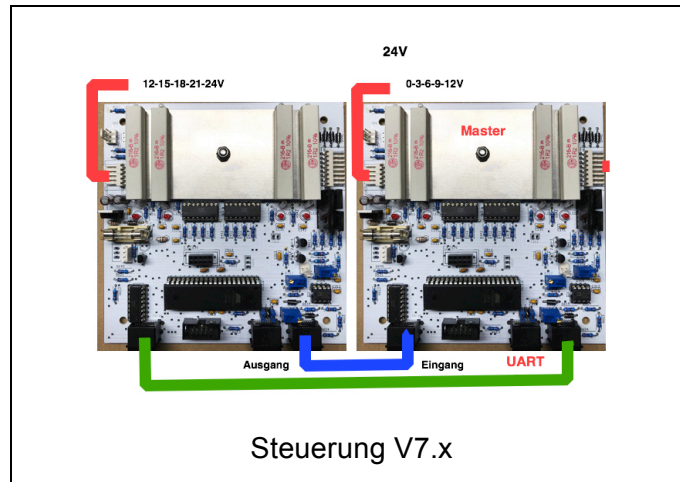
Durch drücken des Tasters im Akku, der Füllstands-Anzeige oder des Buttons in WLAN-Software für min. 2 sec kann der Akku komplett abgeschaltet werden, so daß er weder geladen noch entladen werden kann. Ebenso kann er wieder aktiviert werden.

Die Ströme von bis zu 300A werden doppelt elektronisch überwacht. Für den Extremfall (Totalausfall der Elektronik) ist noch eine 500A Schmelz-Sicherung zusätzlich eingebaut.

#### 5.4.1. Zustand der Leistungsschalter

| Polspannung<br>Temperatur | Schalter für<br>Überspannung | Schalter für<br>Unterspannung | Auswirkung                                                                                                                                                             |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 28,8 – 30,0V              | auf                          | zu                            | Es kann nicht mehr geladen werden. Wiedereinschaltung bei Entladestrom > 10A oder wenn die Spannung um 200mV gesunken ist.                                             |
| 21,2 – 28,8V              | zu                           | zu                            | Es kann in vollem Umfang geladen und entladen werden.                                                                                                                  |
| 17,2 -21,2                | zu                           | auf                           | Es kann nicht mehr entladen werden. Wiedereinschaltung bei Ladestrom > 10A oder wenn die Spannung um 200mV gestiegen ist.                                              |
| unter 17,2V               | auf                          | auf                           | Totalabschaltung – Fehler quittieren durch LED-Taster > 2s oder Akku EIN, gleichzeitig Ladestrom > 10A , sonst erneute Abschaltung (4min)                              |
| Zellen-Unter-Temperatur   | auf                          | zu                            | Es kann nur mit max. 75A entladen aber nicht geladen werden. Sonst Überstromabschaltung. Wiedereinschaltung erfolgt automatisch bei Erreichen der zul. Zelltemperatur. |
| Zellen-Über-Temperatur    | zu                           | zu                            | Totalabschaltung - Es kann weder entladen noch geladen werden. Wiedereinschaltung erfolgt automatisch bei Erreichen der zul. Zelltemperatur.                           |

## 5.5 Die Steuerung (BMS)



Die Steuerung (BMS) wird ständig weiter entwickelt worden, aktuell ist die Version 7.x. Sie ist im Vergleich zu den Vorgängerversionen noch einmal funktionell erweitert worden und läßt nun keine Wünsche mehr offen. Entwicklung und Produktion sind nachhaltig und kommen aus unserem eigenen Haus.

### 5.5.1 Der Balancer (2 x 12V)

Da LiFePo4 Zellen nicht genau gleich in ihrem elektrischen Verhalten sind, driften sie beim Laden und Entladen auseinander, was zur Folge hat, daß eine oder mehrere Zellen zu tief entladen- oder überladen sind. Beides ist außerordentlich schädlich.

Für einen 24V-Akku werden 8 Zellen in Reihe geschaltet, d.h. alle Zellen werden vom gleichen Strom durchflossen. Der Balancer hat nun die Aufgabe durch eine differenzierte Stromverteilung die Zellen spannungsmäßig zusammen zu bringen oder zu halten. Der Balancer ist semi-aktiv.

Bei Zellen von 100Ah und größer werden hier z.T. Ströme von über 3A benötigt. Da die meisten handels- üblichen Systeme meist nur im mA Bereich liegen, wurde hierfür eigens ein System mit PWM Modulation entwickelt. Durch kleine Änderungen kann der Balancerstrom auch erhöht werden.

Da es bei derart hohen Strömen auch zu hoher Wärmeentwicklung kommt, ist der Balancer mit einer eigenen Temperatur-Regelung ausgestattet, dabei kann die Temperatur nicht über 65°C ansteigen.

Im Gegensatz zu anderen Systemen arbeitet der semiaktive Balancer nur im Lademodus oder Ruhebetrieb bereits ab 3,4V bis 3,65V pro Zelle, bei Zellenausgleich fließt kein Ruhestrom mehr !!

### 5.5.2 Die Spannungs-Überwachung

Da LiFePo4 Zellen sehr teuer sind und möglichst lange ihren Dienst tun sollen, ist eine ausgeklügelte Spannungs-Überwachung der Einzelzellen und des Gesamt-Akkus erforderlich.

Aus Sicherheitsgründen ist bei hier die Unterspannungsgrenze auf 2,6V/Zelle und die Oberspannungsgrenze auf 3,65V festgelegt worden. Die max. Grenzwerte für den Akku sind damit 21,0V und 28,8V.

Sollte einer der Grenzwerte überschritten werden, wird das zuständige Schütz geschaltet und die Steuerung geht zunächst in den „Protected Mode“, d.h. es wird unterbrechungsfrei die zuständige Diode vorgeschaltet, so daß bei Überspannung nur noch entladen werden kann.

Sollte die Akku Spannung unter 21,0V sinken, wird das andere Schütz abgeschaltet und der Akku kann über die Diode nur noch geladen werden.



Wenn die Spannungswerte wieder im grünen Bereich sind, werden die Schütze automatisch wieder in den normalen Modus zurückgeschaltet.

Schnelle Schaltspitzen oder Störungen von „außen“ werden durch digitale Filter ausgewertet.

### 5.5.3 Die Strom-Überwachung

Um Zellen, Schütze und Kabel zu schützen, wird der maximal mögliche Lade- und Entladestrom softwaremäßig, je nach Typ, auf 150-300A begrenzt, d.h. darüber hinaus wird nach 5s abgeschaltet, wobei auch hier digitale Filter dafür sorgen, daß hohe Anlaufströme z.B. von Hubstützen nicht zur Abschaltung führen.

Wird während mehrerer Meßzyklen ein zu hoher Strom gemessen, wird dieses als Kurzschluß oder Überlastung gewertet und abgeschaltet. Nach 30s wird automatisch wieder eingeschaltet. Sollte bis dahin der Fehler noch anstehen, wird dauerhaft abgeschaltet. Mittels Taster muß dann ein Reset durchgeführt werden.

### 5.5.4 Die Temperatur-Überwachung

Um die Zellen zu schützen, wird auch hier wie beim Balancer, mit hochwertigen Temperatursensoren die Kerntemperatur und nicht die Gehäusetemperatur der Zellen analog gemessen und ausgewertet. Es werden die jeweiligen Temperaturen für Laden und Entladen der verschiedenen Zellen Typen werkseitig per Software eingestellt. Bei Überschreitung wird zum Schutz der Zellen abgeschaltet.

### 5.4.5 Die Funktionsüberwachung

| Fehler                                 | Schutzfunktion                 |                                 |  |
|----------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|
|                                        | Überspannung<br>Schalter offen | Unterspannung<br>Schalter offen |  |
| Abschaltung                            | X                              | X                               |  |
| Reset                                  | X                              | X                               |  |
| Fehler: Unterspannung                  |                                | X                               |  |
| Fehler: Überspannung                   | X                              |                                 |  |
| Fehler: Überstrom Ladung:              | X                              |                                 |  |
| Fehler: Überstrom Entladung            |                                | X                               |  |
| Fehler: Kurzschluß                     |                                | X                               |  |
| Limit untere Zellentemperatur          | X                              |                                 |  |
| Fehler: Zellen Untertemperatur (-10°C) |                                | X                               |  |
| Fehler: Zellen Untertemperatur (-20°C) | X                              | X                               |  |
| Fehler: Zellen Übertemperatur          | X                              | X                               |  |

Um Fehler und Fehlabschaltungen zu vermeiden, führt die Schaltung automatisch Selbst-Tests durch. Die Steuerung überprüft, ob sie selbst einwandfrei arbeitet und dann, ob Schütze, Dioden und Kabel i.O. sind und meldet ggf. Fehler.

### 5.5.6 Der Fehlerspeicher

Um bei evtl. Störungen die Fehlerquelle auch später noch lokalisieren zu können, werden die Fehler gespeichert. Es kann dann rückwirkend im Werk festgestellt werden, wann und wodurch der Fehler verursacht wurde.

### 5.5.7 Die Maintenance Schnittstelle

Ist eine Schnittstelle auf der Hauptplatine, über welche die Software geändert werden kann. Ebenso werden hier die Parameter für jeden Akku individuell eingestellt:

1. max. zulässiger Strom (Strombegrenzung) für Laden und Entladen, abhängig von der Last, dem Zellentyp, Kabelquerschnitt und zulässigem Strom durch die Schütze, evtl. Schutz von Bootsmotoren.
2. Die Grenzwerte für Unter- und Überspannung
3. Je nach Zellen Typ sowohl die min. Temperatur, bei der noch geladen werden darf als auch die max. Zelltemperatur
4. Die Kapazität des Akkus

Änderungen können nur werkseitig vorgenommen werden, um die Arbeitssicherheit des Betriebssystems nicht zu gefährden.

### 5.5.8 Der Token Ring

Für Akkus mit höherer Spannung als 12V, z.B. 24V ...96V wird pro 12V eine zusätzliche Steuerung benötigt, der Leistungsteil, da Reihenschaltung, nur ein mal.

Der Token Ring ist ein internes geschlossenes Bus-System mit galvanischer Trennung, welches die Kommunikation der einzelnen Steuerungen untereinander sicherstellt.

Tritt z.B. bei einem 24V Akku im zweiten „12V-Block“ eine Störung auf, wird diese Info sofort an die Hauptsteuerung weitergeleitet und quittiert, d.h. der 24V Akku funktioniert genau so, wie ein 12V Akku, die beiden Steuerungen werden nun quasi zu einer.

Der Token Ring arbeitet auch bei Parallel Schaltung und im Mischbetrieb, bis zu 8 x 8 (64) BMS.

### 5.5.9 Der LED-Taster und Reset-Taster (auch in der Füllstandsanzeige)

Hat hier verschiedene Funktionen. Die LED (blau) zeigt durch unterschiedliche Blinkfrequenzen dem Techniker bestimmte Arbeitsmodi oder Fehler an. Wenn der Akku ausgeschaltet wurde erlischt die LED um Strom zu sparen.

| Blinkfolge über 4s |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Meldung/ Status                                         |
|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------------------------------------------|
| LED aus            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Batterie ausgeschaltet                                  |
| X                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Batterie eingeschaltet und wird entladen                |
|                    | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | Batterie eingeschaltet und wird geladen                 |
|                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                                                         |
| X                  | X |   |   | X | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Protection-Mode wegen Unterspannung                     |
| X                  | X |   |   | X | X |   |   | X | X |   |   |   |   |   |   | Protection-Mode wegen Überspannung                      |
| X                  | X |   |   | X | X |   |   | X | X |   |   | X | X |   |   | Überstrom-/ Kurzschlussauslösung, Batterie AUS          |
|                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                                                         |
| X                  | X | X |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Meldung: Untertemperatur Batterie, Ladebegrenzung aktiv |
| X                  | X | X |   | X | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Abschaltung: Untertemperatur Batterie, Batterie AUS     |
| X                  | X | X |   | X | X | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Abschaltung: Übertemperatur Batterie, Batterie AUS      |
|                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                                                         |
| X                  |   | X |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Meldung: Interner Fehler, Normal-Modus                  |
| X                  |   | X |   | X |   | X |   | X |   | X |   | X |   |   |   | Abschaltung: Interner Fehler, Batterie AUS              |

Der Taster muß, um einen Reset ausführen zu können, 5 sec gedrückt werden, die LED blinkt schnell. Wenn er 2 sec gedrückt wird und die LED Dauerlicht zeigt, wird der Akku bei Loslassen komplett abgeschaltet und der Controller „legt sich schlafen“ (Energie Einsparung). Eine wichtige Funktion z.B. für Winterlager oder Wartungs-arbeiten.

## 6. Die Datenschnittstelle (UART)

Durch die vielseitigen Funktionen der Steuerung und die permanente Messung und Speicherung aller relevanten Daten wie:

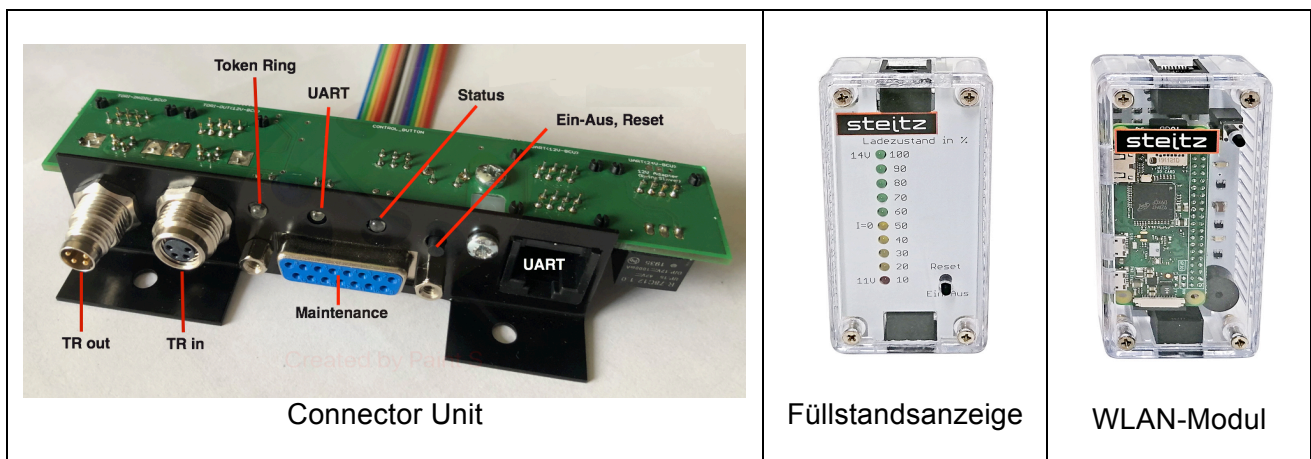
- Kapazität in Ah
- Ladezustand in Ah
- Ladestrom in A
- Entladestrom in A
- Spannung der 4 Einzelzellen in V (bei 24V nur obere- und untere Zellspannung)
- Gesamtspannung des Akkus in V
- Temperatur des Balancers in °C
- Temperatur des Zellkerns in °C
- Schaltzustand der Schütze incl. Ein/Aus
- Fehler s. Kapitel 5.4.5

kann problemlos eine **Ladezustands-Anzeige** (Füllstandsanzeige) mit Taster für Reset sowie Akku-Ein/Aus angeschlossen werden.

Das neu entwickelte **WLAN-Modul** kann ebenfalls problemlos an die gleiche Schnittstelle angeschlossen werden.

Die Module werden an der RJ45 Buchse mittels Patchkabel (ab Cat 5 ) angeschlossen. Die UART-Schnittstelle ist galvanisch mit Optokopplern getrennt.

Die Baudrate ist hier mit 1 kHz bewußt niedrig gewählt worden, damit für div. externe Geräte auch bei Kabellängen von bis zu 10m keine Probleme auftreten. Externe Einflüsse sind somit fast gänzlich ausgeschaltet.



## 7. CE-Zertifizierung nach UN ECE R10

Test Report No.: P19-Z-00315-001  
Test type: Compliance Test  
Date: 05 August 2019  
Device(s) Under Test: LiFePo4 Accumulator incl.  
Battery Management System



### Test Report No.: P19-Z-00315-001

**Performing the test:** EMC Test NRW GmbH  
Electromagnetic Compatibility  
Emil-Figge-Straße 76  
D – 44227 Dortmund

**Test site:** EMC Test NRW GmbH  
Electromagnetic Compatibility  
Emil-Figge-Straße 76  
D – 44227 Dortmund

**Applicant:** Alfred Köster  
Oeger Str. 65  
58642 Iserlohn

**Manufacturer:** See applicant

**Project No.:** P19-Z-00315 [A19-Z-00553]

**Type of project:** Compliance Test

**Test specification(s):** On customers request the tests are performed acc. to:

*UN ECE R10, Revision 5, 2014-10*

*(Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility)*

**Performed tests:**

- Electromagnetic Interference generated by ESAs
- Emission of transient conducted disturbances by ESAs
- Immunity of ESAs to conducted transient disturbances

**Device(s) under test:** LiFePo4 Accumulator incl.  
Battery Management System

**Identification:** See chapter 3.1

**Documents:** User manual: "HB 350Ah-V5.0.pdf"

**Date of receipt:** 2019-07-22

**Period of tests:** 2019-07-22 ... 2019-07-23

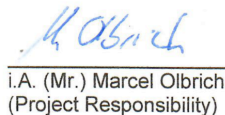
**Result:** The device under test **complies** with the requirements of the test specification(s).  
Results of performed tests are given on the following pages.

**Sign for contents of this test report**

**Sign for realization of test procedures**



i.V. (Mr.) Marc Maarleveld  
(Head of Project Management)



i.A. (Mr.) Marcel Olbrich  
(Project Responsibility)

The test results are valid for the denoted test samples only. A summary of this test report shall be clearly stated as a summary after approval in written form by EMC Test NRW GmbH.

Page 2 of 28

## 8. Transport-Zertifizierung nach UN 38.3

|  <span style="float: right;">Lithium Battery UN38.3 Test Report</span>                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <h1>UN38.3 检测报告</h1> <h1>UN38.3 Test Report</h1>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                           |
| Client<br>委托方                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Shenzhen RJ Energy Co.,Ltd<br>龙马科技有限公司                                                                                                                                                                                                    |
| Add. of Client<br>委托方地址                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 913 Room, Cai Yue Building, No.24 liuxian Avenue, Longhua District, Shenzhen City.<br>深圳市龙华新区民治留仙大道24号彩悦大厦913-914                                                                                                                         |
| Samples Description<br>样品名称                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | LIFEPO4 Cell<br>磷酸铁锂电芯                                                                                                                                                                                                                    |
| Model/Type<br>型号规格                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | RJ-LFP48173166-120                                                                                                                                                                                                                        |
| Testing Laboratory<br>测试机构                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Shenzhen NCT Testing Technology Co., Ltd.<br>深圳诺测检测技术有限公司<br>1 / F, No. B Building, Mianshang Younger Pioneer Park, Hangcheng Road, Gushu Xixiang Street, Baoan District, Shenzhen, Guangdong, China<br>中国广东省深圳市宝安区西乡街道固戍航城大道锦商青年创业园B栋第1层 |
| Report No.<br>报告编号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | NCT16028260B1-1                                                                                                                                                                                                                           |
| Issued Date<br>发行日期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Mar.24, 2018                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Test Conclusion 测试结论:</b><br><b>Shown in the Conclusion of test report. 见检测报告结论页.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                           |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end;"> <div> <p>Tested by 主检人: <u>Klaus Peng</u></p> <p>Inspected by 审核人: <u>Hely Wang</u></p> </div> <div> <p>Approved by 批准人: _____</p> <p>Seal of NCT 报告单位: </p> <p>Date of Issue 签发日期: <u>2018.03.24</u></p> </div> </div> |                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Report No. 报告编号: NCT16028260B1-1<br/>           Hotline: 400-886-8419 Fax: 86-755-27790922 <a href="http://www.nct-testing.cn">http://www.nct-testing.cn</a> <span style="float: right;">Page 1 of 16 第1页共16页</span></p>                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                           |



## 9. Technische Daten

### 9.1 Technische Daten einer Zelle

| Specifications:                 | Cell 3.2V – 200Ah                    |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| Casing material for single cell | Aluminum shell                       |
| Nominal Voltage                 | 3.2V                                 |
| Capacity                        | 200Ah                                |
| Core size                       | D72*W174*H166MM                      |
| Cell Weight                     | 4.8kg                                |
| Charging Current                | Standard Charging:0.2C               |
|                                 | Max Charging:1C                      |
| Max Discharging Rate            | Max Discharging:2C                   |
| Cut-off Voltage                 | Charging:3.65V                       |
|                                 | 2.5V                                 |
| Internal Resistance             | ≤ 0.6mΩ (At 0.2C rate, 2.0V cut-off) |
| Working Temperature             | Charging: -10℃~75℃                   |
|                                 | Discharging: -20℃~75℃                |
| Storage Temperature             | ≤1month: -10–45℃                     |
|                                 | ≤3month: 0–30℃                       |
|                                 | ≤6month: 20±5℃                       |
| Life Cycle                      | >6000 times                          |

## 9.2 Technische Daten des Akkus

### konstruiert für Wohnmobile, Boote, Elektromobilität und Solaranlagen

- 16 Zellen 200Ah, 3,2V
- Wartungsfreie Lithium-Eisen-Phosphat Batterie (LiFePo4)
- Nennspannung: 25,6 Volt
- Nennkapazität bei 25°C: 400AH (Entladestrom  $\leq 1C$ )
- Nennenergie bei 25°C: 8.960 Wh
- Betriebsbereich: 20V – 28,8V DC (Zellspannung 2,5 - 3,65V)
- Entladestrom: bis 0-300A (begrenzt durch interne Schutzschalter)
- Ladestrom: max. 1-300A (begrenzt durch interne Schutzschalter)
- Interne Strombegrenzung/Auslösung 300A
- Ladespannungen: zwischen 28,0V und 28,8V (28,4V optimal)
- Erhaltungsladung: zwischen 27,2V und 27,6V (27,6V optimal)
- Ladezyklen: mehr als 6.000 bei 80% Entladetiefe
- Unterspannungsschutzabschaltung:  $<21,0V$  DC (Zellspannung  $<2,5V$ )  $\pm 0,1V$
- Rückschaltung aus Unterspannungsabschaltung:  $>23,0V$  (Zellspannung  $>2,85V$ )  $\pm 0,1V$
- Überspannungsabschaltung:  $>28,8V$  (Zellspannung  $>3,60V$ )  $\pm 0,1V$
- Rückschaltung aus Überspannungsabschaltung:  $<28,4V$  (Zellspannung  $<3,55V$ )  $\pm 0,1V$
- geringe Selbstentladung, BMS Ruhesrom  $< 8mA$
- freie Busschnittstelle für Füllstandsanzeige und WLAN-Modul (Fernschaltung)
- Lagerzeit ohne Nachladung bei 25°C: bis 6 Monate bei vorheriger Vollladung
- Über- und Untertemperaturschutzabschaltung:  $-10 - >60^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$
- Entladetemperaturbereich:  $-20^{\circ}C$  bis  $+60^{\circ}C$
- Ladetemperaturbereich:  $-10^{\circ}C$  bis  $+45^{\circ}C$
- Lagertemperatur:  $-10^{\circ}C$  bis  $+30^{\circ}C$
- Feuchtigkeit: max. 95% nicht kondensierend
- Schutzklasse: IP54
- Batterieanschlußbolzen mit Gewinde M10 zum direkten Auflegen von Ringkabelschuhen,
- Gehäusematerial: Stahlblech, Pulverbeschichtung
- Gewicht: 75,9 kg (ohne Verpackung)
- Abmessungen (L x B x H): 550 x 352 x 240 mm

### Einsatzbereiche:



## 10. Hinweise zum Betrieb des Akkus

**um einen reibungslosen Betrieb des Akkus zu gewährleisten ist folgendes zu beachten:**

### 10.1 Montage

Der Akku kann meistens in das vom Hersteller vorgesehene Batteriefach eingebaut werden. Er ist hier gegen Verrutschen mit einem Gurtband zu sichern und gegen einen festen Anschlag in Fahrtrichtung zu positionieren, damit im Falle der Vollbremsung oder eines Auffahrunfalls der Akku nicht zum „Geschoß“ werden kann.

### 10.2 Ladung

Viele Ladegeräte, Kombi-Ladegeräte, Solar-Regler und Lichtmaschinen verfügen über integrierte Ladefunktionen oder Ladekennlinien. Diese sind leider in den meisten Fällen zur Ladung eines LiFePo4 Akkus nicht geeignet.

Optimal ist eine **konstante Ladespannung** von **28,4V**. Bei dieser Form der Ladung nimmt der Akku den maximalen Strom, den die Ladeeinrichtung liefert, auf. Ausnahme, der max. zulässige Strom des Akkus (s. Typenschild/Aufkleber) wird überschritten. Je „voller“ der Akku wird, desto geringer wird der Ladestrom. Wenn er zu 100% geladen ist, geht der Ladestrom gegen 0A. Jetzt sollte die jeweilige Ladeeinrichtung auf **Erhaltungsladung, 27,6V**, zurückschalten.

Alle Temperatur-Kompensationen sind zu deaktivieren, da der Akku über eigene Korrekturen verfügt.

Die meisten handelsüblichen **Ladeeinrichtungen und Solarregler** lassen sich entsprechend der Vorgaben **einstellen** oder programmieren.

Probleme könnten hingegen bei der **Lichtmaschine** auftreten, hier läßt sich die Kennlinie nicht verändern. Sofern die Ladespannung zwischen 27,6V und 28,4V liegt, sind keine Maßnahmen erforderlich. Andernfalls kann ein **Ladebooster** hier Abhilfe schaffen. Die Eingangsspannungen können normalerweise zwischen 20V und 32V variieren, wobei die Ausgangsspannung konstant 28,4V ist, Ein- und Ausgeschaltet wird mittels D+.

Die absolute **Grenzspannung ist 28,8V**, die bereits bei geringfügiger Überschreitung den Akku abschaltet. Eine Ladespannung von nur 28,0V ist dagegen kein Problem, da der Akku **bei 27,6V bereits zu 99% geladen ist**.

**Alle Ladeeinrichtungen sollten abschließend bei 100% geladenem Akku (Leerlauf) noch einmal auf die max. Spannung von 28,8V hin überprüft werden, einzeln oder im Verbund.**

### 10.3 Entladung

Der Akku sollte, wenn möglich, zwischen 50% und 100% Ladung betrieben werden, da bei großer Belastung im unteren Drittel die Spannungseinbrüche größer werden können. Das kann zu einer Störmeldung oder auch zur Abschaltung, sowohl des Akkus, als auch des Inverters, führen.

### 10.4 Schäden.

Der Akku kann bei Überschreiten der Grenzwerte, dank des BMS, nicht beschädigt werden. Es wird lediglich in Teilbereichen oder ganz abgeschaltet. Das kann im Einzelfall zu Komplikationen führen. Für Folgeschäden, die so entstehen können, kann keine Haftung übernommen werden.