

Projekt

LiFePo4

(Mobiler)ENERGIE-Speicher

Michi Amstad / HB900A



... WICHTIGE «message» ...

- ... «Licht» in dieses Thema bringen.
- ... «motivieren» einen Akku-Pack selber bauen zu können.
- ... «Fragen» für einige Euer Fragen findet Ihr bereits im Vortrag die Antworten.
- ... Material» es braucht nicht viel, schon seid Ihr dabei.
- ... «kompliziert» ich Frag euch am Schluss 😊



Agenda

- Einleitung Warum dieses Thema Mobile Stromversorgung
- Lithium-Eisenphosphat ... Dendrite / Definitionen / Technisches
Zellentypen / Begriffe
Vor-/ Nachteile
- LiFePo4 - 12V Systeme Div. LiFePo4-12Volt Pack`s
(6Ah/10Ah/15Ah/10Ah-Flatt)
- Lade-Systeme Was / Wo / Wie / Warum
Multilader / Software / BMS / Balancer
- Chemie Physik Natrium / Schwefel / Titanat
- Mut-Probe wie reagiert ein Akku wenn man in anbohrt?
- *Abschluss*

Thematik ..Begriff «Dentrit» im Akku

- Theorie / Was sind Dentriten?

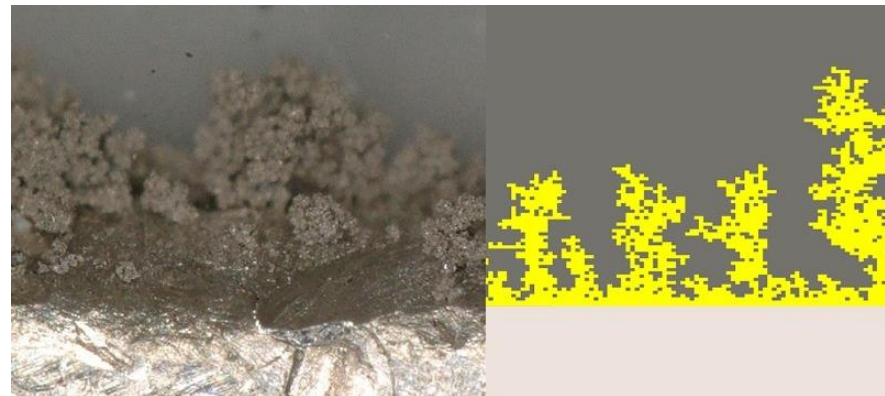
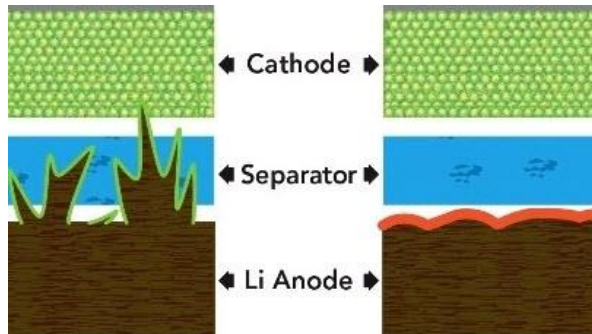
In der Kristallographie der Batteriewelt sind Dendriten kleine, nadelartige Strukturen, die beispielsweise an einer Lithium-Metall-Anode wachsen, wenn die Lithium-Ionen-Batterien aufgeladen wird.

Diese Dendriten breiten sich oft so weit aus, bis sie die Separator-Membran, die die Elektroden voneinander trennt, durchstoßen, was zu einem Kurzschluss und schließlich zur Zerstörung der Batterie führt.

- Dendritenbildung

Lange war nicht bekannt, warum Metalle wie Lithium beim Aufladen an der Anode Dendriten bilden, Silber oder Kupfer hingegen nicht.

Grund für Dendritenbildung: Potentiale unterhalb des Ladungsnullpunkt





Lithium-Eisenphosphat

- **Geburt ... vor 25 Jahren ...**
...wurde das Cobaltoxid $LiCoO_2$) durch Eisenphosphat im ($LiFePO_4$) ersetzt.
- **Definition**
Lithium-Eisenphosphat-Akku (*Lithium-Ferrophosphat*) ist eine Ausführung eines «Lithium-Ionen-System» Weitere Zellentypen $LiFeYPO_4$ (mit Yttrium) usw.
- **Technisches**
Die **positive** Elektrode besteht aus Lithium-Eisenphosphat ($LiFePO_4$) anstelle von herkömmlichen Lithium-Cobalt(III)-oxid ($LiCoO_2$)
Die **negative** Elektrode besteht aus Graphit (hartem Kohlenstoff) mit eingelagertem Lithium
- **Thermal Runaway**
Als „Thermal Runaway“, also thermisches Durchgehen, bezeichnet man eine auf positiver thermischer Rückkopplung basierende Eskalation der Zelltemperatur.
Dies gilt generell auch für verschlossene Bleibatteriesysteme, welche ebenfalls einen Thermal Runaway aufweisen können, tritt aber bei Lithium-Batteriesystemen unter Umständen mit dem Einhergehen von Explosion und Feuer auf

Lithium-Eisenphosphat / *Definitionen/Begriffe*

- **Zellen-Definitionen**

„18650“ / „26650“ / „32700“??? ...deutsche Postleitzahl???

Zellendefinition / Format wie z.B. 18650 oder 26650 bedeuteten:

18650 = Durchmesser 18mm +/- / Länge 65.00mm

32700 = Durchmesser 32mm +/- / Länge 70.00mm

- **Einheit „C“**

Die Einheit „C“ gibt an, wie viel Ampere im Vergleich zur Akkukapazität fließen.

z. B. wäre 2 C bei einem 50-Ah-Akku ein Strom von 100A).

- **DoD = Depth of Discharge**

Angabe des Hersteller wenn die Zelle bis zu einem bestimmten Wert entladen wird, und daraus die berechneten zu erwartenden Ladezyklen.

Z.B. bei 100%DoD nach 10`000 Zyklen >85% Restkapazität



Lithium-Eisenphosphat

Vorteile-Nachteile

- Vorteile

- Hohe Sicherheit (*thermisches Durchgehen ... Membranschmelzung*)

- Hohe Leistungsdichte & hoher Wirkungsgrad

- Dauerströme bis zu 20C / Impulsbelastbarkeit bis zu 50C

- Hohe Zyklenfestigkeit

- Flaches Spannungsprofil

- Geringe Empfindlichkeit (*unsanfte Handhabung*)

- Weiter Temperaturbereich (*Lagerung -45° / +85°*) (*Nutzung +/- 0° möglich*)

- Minimale Selbstentladung (*unter 3% pro Monat, eher weniger*)

- Nachteile

- Hoher Anschaffungspreis

- Geringe Nennspannung von 3.2V (*Vergleich LiCobalt 3.7V*)

- Wenig verbreitete Bauformen

- Flacher Spannungsverlauf (*schwierig den Ladezustand zu bestimmen*)

LiFePo4 - 12V Systeme

Übersicht

- **Zylindrische Zellen**

bekannt auch als Rundzellen.

Solche Akkuzellen gibt es in verschiedenen Größen. Am häufigsten sind die Formate 18650 und 26650 = (26 mm Diameter, 65 mm Länge).



- **Pouch-Zellen**

Die Pouch-Zellen sehen wie Li-Polymer Akkuzellen aus.

Der Vorteil bei diesen Akkuzellen ist, dass man sie in verschiedenen Dimensionen leicht produzieren kann.

Ihr größter Nachteil ist in der Regel die schlechtere Qualität



- **Prismatische Zellen**

diese Art von Akkuzellen findet man in Zwei Variationen

Als ein Kunststoff-Gehäuse (links), in dem mehrere

Rundzellen (zylindrische Akkuzellen) in Parallel geschaltet

werden, oder (rechts) als einzelne Blöcke



LiFePO4 - 12V Systeme

6Ah / Rund

Eigenschaften: "LiFePO4 Akku 32700 6Ah mit Schraubanschluss"

Zellchemie:	LiFePO4
Nennspannung:	3,2V (3,3V)
Ladeschlussspannung:	3,6V
Nenn-Kapazität:	6Ah
Entladestrom :	18A
Pulsentladung :	30A
Ladestrom max.:	6A
Arbeitsbereich:	2,5 bis 3,6V (nicht unter 2,0V)
Temperatur (Entladen):	-20°C bis +60°C
Temperatur (Laden):	0°C bis +45°C
Lagertemperatur:	-5°C bis +60°C
Zyklusfestigkeit:	>1000 (100%DOD), ≥3000 (80%DoD)
Eigenentladung (monatlich):	<5%
Anschlüsse:	M4 Gewindestutzen, M4 Innengewinde
Gewicht:	150g ± 20g
Abmessung (lxbxh):	80x33mm

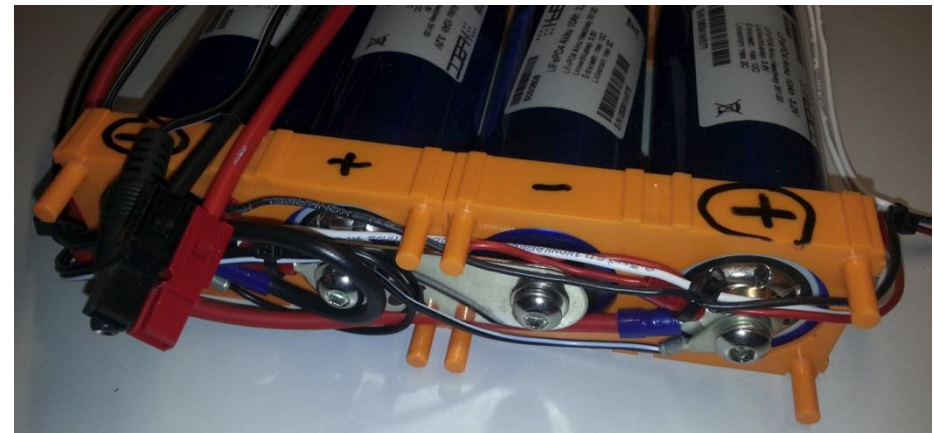


LiFePO4 - 12V Systeme

10Ah / Rund

Eigenschaften: "LiFePO4 Akku 38120SE 10Ah 3,2V- Headway"

Zellchemie:	LiFePO4
Nennspannung:	3,2V (3,3V)
Nenn-Kapazität:	10Ah
Entladestrom :	100A
Pulsentladung :	150A
Ladestrom max.:	30A, empfohlen $\leq 0,5C$
Arbeitsbereich:	2,5 bis 3,6V (nicht unter 2,0V)
Innenwiderstand (m Ω):	≤ 4
Temperatur (Entladen):	-20°C bis +60°C
Temperatur (Laden):	0°C bis +45°C
Lagertemperatur:	-40°C bis +60°C
Zyklusfestigkeit:	>1000 (100%DOD), >2000 (80%DOD)
Eigenentladung (monatlich):	<5%
Anschlüsse:	M6
Gehäuse:	Metall
Gewicht:	330g \pm 10g
Abmessung (lxbxh):	147x38mm (inkl. Schrauben)



LiFePO4 - 12V Systeme

15Ah / Rund

Eigenschaften: "Bausatz LiFePO Akku 12V 15Ah (Headway)"

Zellchemie:	LiFePO4
Nennspannung:	12,8V (12V)
Nenn-Kapazität:	15Ah
Entladestrom :	150A
Pulsentladung :	225A
Ladestrom max.:	45A
Arbeitsbereich:	10V bis 14,4V
Temperatur (Entladen):	-20°C bis +60°C
Temperatur (Laden):	0°C bis +45°C
Lagertemperatur:	-20°C bis +45°C
Zyklusfestigkeit:	>1000 (100%DOD), >2000 (80%DOD)
Eigenentladung (monatlich):	<5%
Anschlüsse:	6mm Ring Kabel Balancerkabel
Gewicht:	2000g ± 200g
Abmessung (lxbxh):	185x85x85mm

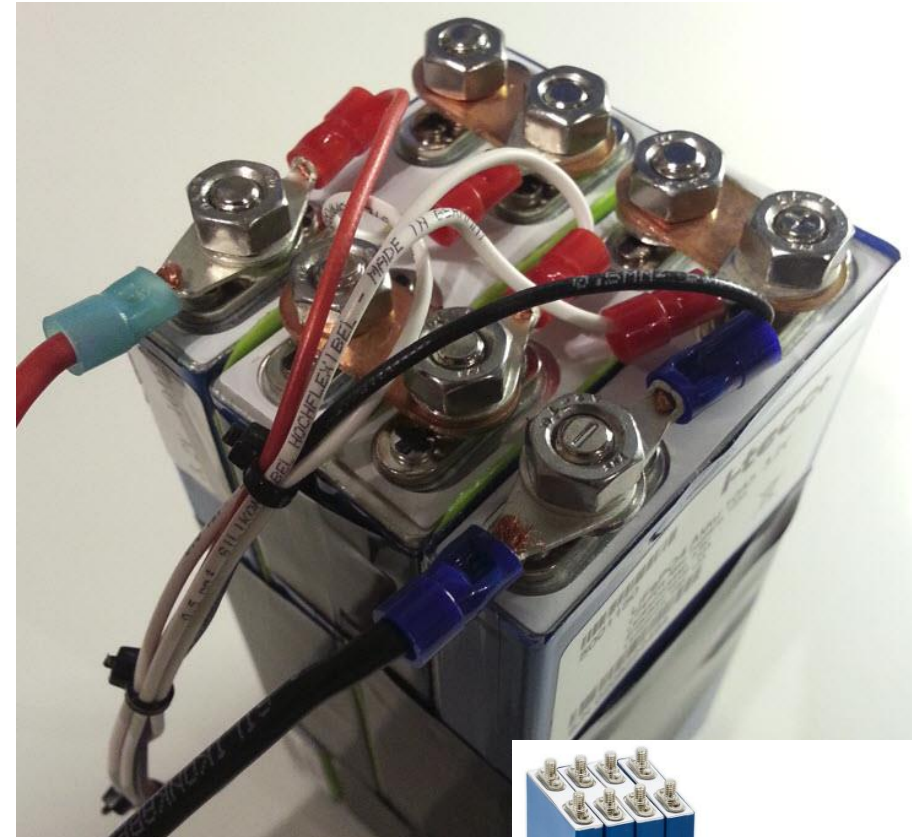


LiFePO4 - 12V Systeme

10Ah / Flatt

Eigenschaften: "Bausatz LiFePO Akku 12V 10Ah (Topband)"

Zellchemie:	LiFePO4
Nennspannung:	12,8V (12V)
Nenn-Kapazität:	10Ah
Entladestrom :	30A
Pulsentladung :	50A
Ladestrom max.:	10A
Arbeitsbereich:	10V bis 14,4V
Temperatur (Entladen):	-25°C bis 55°C
Temperatur (Laden):	0°C bis +45°C
Lagertemperatur:	-10°C bis +30°C
Zyklusfestigkeit:	>1000 (100%DOD), >2000 (80%DOD)
Eigenentladung (monatlich):	<5%
Anschlüsse:	6mm Ring Kabelschuh, M6 Gewindestutzen, XH Balancerkabel
Gewicht:	1100g ± 100g
Abmessung (lxbxh):	60x68x151



LiFePo4 - Zellenpack Bau

XXXX



Version von Fredi, HB9BHU

Fredi`s Version mit den gleichen Zellen

Sein «**Sprengsatz**» als treuer Begleiter für seine Ferien-Funk-Aktivitäten

Der Zoll sieht es zwischendurch allerdings in dieser Ausführung etwas „kritischer“.

Warum nur?

Dafür gönnt ihm seine Familie immer 20Min Vorsprung beim einchecken. 😊

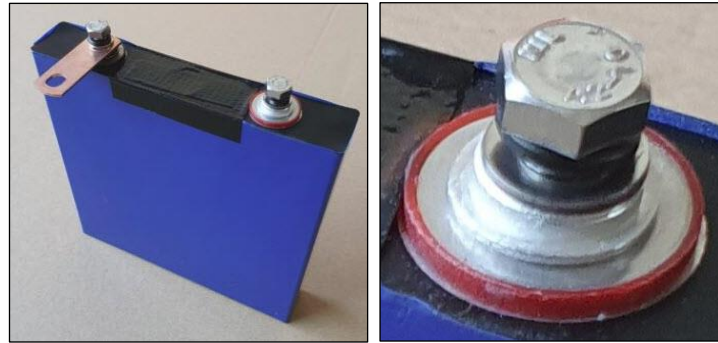




LiFePo4 / Achtung ... Fake oder Original ???

- Fake oder Original ?

Fake ?



Original ?



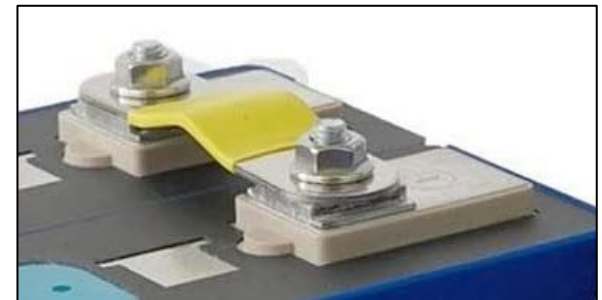
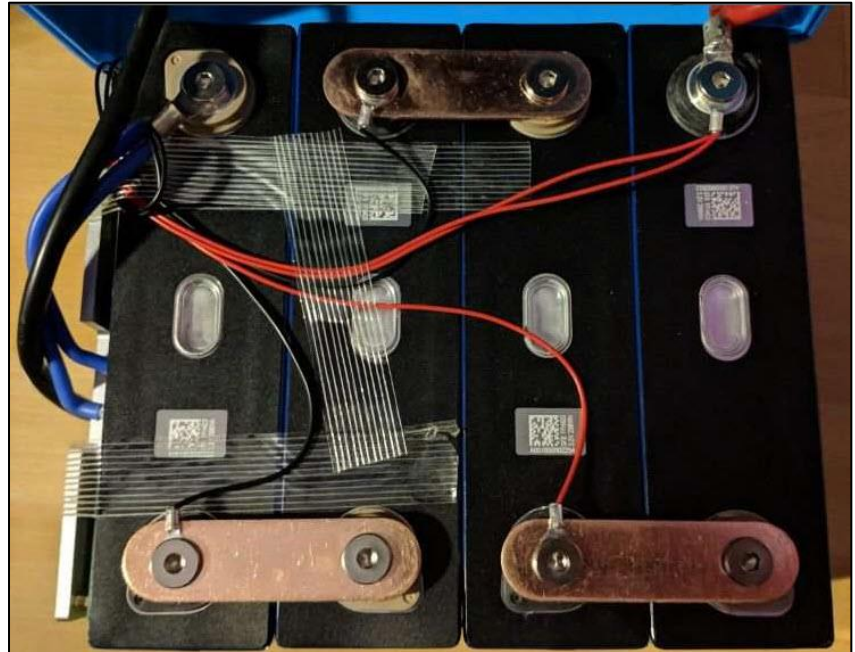
Original ?



LiFePo4 / Beispiele

- 200Ah-LiFePo4 - Block

... Zellen-Brücken





Ladesysteme

- **Lade-Systeme ...**

Wie gut muss es unbedingt sein ?

Muss es den immer der Ferrari sein?

...das folgende Ladegerät ist nur eine Variante von vielen...

- **Für im Shack ...**

Es bietet umfangreiches Setting um neue System aufzubauen

Es sollte die Funktion «Balance» unbedingt haben

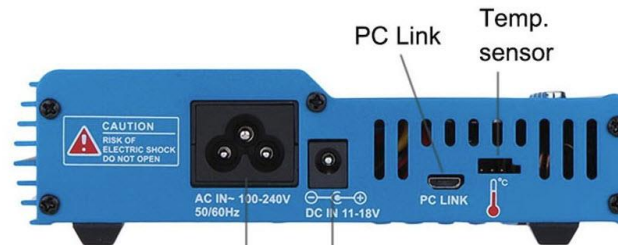
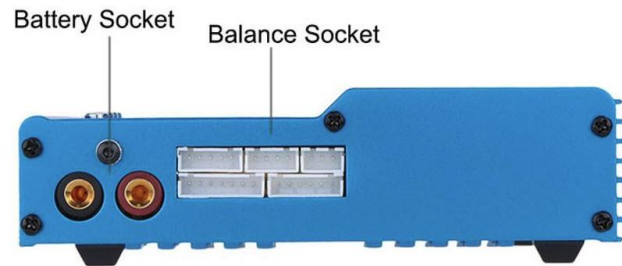
- **Für Unterwegs ...**

Ein normales Ladegerät das auch für LiFePo4 gerüstet ist, reicht völlig aus

Es gibt ab 12V (Auto) oder ab 220V

Ladesysteme / Universalladegerät

- «MultiTalent» als Muster oder Beispiel



100-240V AC Input
11-18V DC Input



Ladesysteme / Universalladegerät

Input_AC-100-240V / DC-11-18V



Output_ («Banannen-Stecker»)



Balance-Socket_2-6Zellen



Other Conect_PC-Link / Temp.Sonde



Ladesysteme / Universalladegerät - Software

Charger Master v1.08.B206

Charge Setup: Program

Battery Type: **LiPo**

Charger Mode: **CHARGE**

Cell: **3 Cells**

Current: **Charge 0.1 A Discharge 0.1 A**

START

Status:

- Voltage: 12.86V
- Cell1: 3.35 V
- Cell2: 3.37 V
- Cell3: 3.34 V
- Cell4: 3.36 V
- Cell5: 0.00 V
- Cell6: 0.00 V
- Cell7: 0.00 V
- Cell8: 0.00 V

SAFETY TIMER: 180 Min(ON)
CAPACITY CUT: 8000 mAh(ON)
PROTECT TEMP: 50°C

USB Connected! B6AC V2

Charger Master v1.08.B206

Setting:

Rest Time: Charge>Discharge **10** Min

Time Protected: Using time limit protect battery **180** Min

Capacity Limited: Using capacity limit protect battery **8000** mAh

Battery temperature limited: **50** °C

Buzzer: Open the system buzzer Open the key buzzer

Save to charger **Load from charger** **Factory default**

USB Connected! B6AC V2

Edit box:

NAME:

Batty Type: **LiPo** Cells: **3**

Chg Current: **2.2** A End Voltage: **4.20** V

Dchg Current: **2.0** A End Voltage: **3.20** V

Option: **CHARGE**

Save

Storage:

- Program 1 LiHv DISCHARGE** Edit
- Program 2 LiHv CHARGE** Edit
- Program 3 LiPo FAST CHG** Edit
- Program 4 LiPo STORAGE** Edit
- Program 5 LiPo DISCHARGE** Edit
- Program 6 Lilo CHARGE** Edit
- Program 7 Lilo BALANCE** Edit
- Program 8 Lilo DISCHARGE** Edit

USB Connected! B6AC V2

Ladesysteme / Universalladegerät - Software

Charger Master V1.08.B206

Charge Setup: Program

Battery Type: LiFe

Charger Mode:

- CHARGE
- DISCHARGE
- STORAGE
- FAST CHG
- BALANCE

START

Status:

- Voltage: 12.87V
- Cell1: 3.35 V
- Cell2: 3.38 V
- Cell3: 3.34 V
- Cell4: 3.36 V
- Cell5: 0.00 V
- Cell6: 0.00 V
- Cell7: 0.00 V
- Cell8: 0.00 V

SAFETY TIMER: 180 Min(ON)
CAPACITY CUT: 8000 mAh(ON)
PROTECT TEMP: 50°C

USB Connected! B6AC V2

Charger Master V1.08.B206

Charge Setup: Program

Battery Type:

- LiPo
- Lilo
- LiFe
- LiHv
- NIMH
- NiCd
- Pb

START

Status:

- Voltage: 12.87V
- Cell1: 3.35 V
- Cell2: 3.38 V
- Cell3: 3.34 V
- Cell4: 3.36 V
- Cell5: 0.00 V
- Cell6: 0.00 V
- Cell7: 0.00 V
- Cell8: 0.00 V

SAFETY TIMER: 180 Min(ON)
CAPACITY CUT: 8000 mAh(ON)

Charger Master V1.08.B206

Charge Setup: Program

Battery Type: LiFe

Current:

Charge Current 6.0 A

DCharge Current 2.0 A

Save

START

Status:

- Voltage: 12.87V
- Cell1: 3.35 V
- Cell2: 3.38 V
- Cell3: 3.34 V
- Cell4: 3.36 V
- Cell5: 0.00 V
- Cell6: 0.00 V
- Cell7: 0.00 V
- Cell8: 0.00 V

SAFETY TIMER: 180 Min(ON)
CAPACITY CUT: 8000 mAh(ON)
PROTECT TEMP: 50°C

USB Connected! B6AC V2

Charger Master V1.08.B206

Charge Setup: Program

Battery Type: LiFe

Cell:

4 Cells

Save

START

Status:

- Voltage: 12.87V
- Cell1: 3.35 V
- Cell2: 3.38 V
- Cell3: 3.34 V
- Cell4: 3.36 V
- Cell5: 0.00 V
- Cell6: 0.00 V
- Cell7: 0.00 V
- Cell8: 0.00 V

SAFETY TIMER: 180 Min(ON)
CAPACITY CUT: 8000 mAh(ON)
PROTECT TEMP: 50°C

USB Connected! B6AC V2

Ladesysteme / Universalladegerät - Software

Charger Master v1.08.B206

Charge System Program Help

Charge Setup: Program

- Program 20 NiCd DISCHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 19 NiCd DISCHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 18 LiHv DISCHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 17 LiHv DISCHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 16 LiHv DISCHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 15 LiHv DISCHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 14 LiHv DISCHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 13 NiMH DISCHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 12 NiMH DISCHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 11 LiFe DISCHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 10 LiFe BALANCE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 9 LiFe CHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 8 Lilo DISCHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 7 Lilo BALANCE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 6 Lilo CHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 5 LiPo DISCHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 4 LiPo STORAGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 3 LiPo FAST CHG Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 2 LiHv CHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A
- Program 1 LiHv DISCHARGE Current: 1.5A DCurrent: 1.0A

Status:

- Voltage: 12.87V
- Cell1: 3.35 V
- Cell2: 3.38 V
- Cell3: 3.34 V
- Cell4: 3.36 V
- Cell5: 0.00 V
- Cell6: 0.00 V
- Cell7: 0.00 V
- Cell8: 0.00 V

SAFETY TIMER: 180 Min(ON)
CAPACITY CUT: 8000 mAh(ON)
PROTECT TEMP: 50°C

USB Connected! B6AC V2

START

Status:

- Voltage: 12.87V
- Cell1: 3.35 V
- Cell2: 3.38 V
- Cell3: 3.34 V
- Cell4: 3.36 V
- Cell5: 0.00 V
- Cell6: 0.00 V
- Cell7: 0.00 V
- Cell8: 0.00 V

SAFETY TIMER: 180 Min(ON)
CAPACITY CUT: 8000 mAh(ON)
PROTECT TEMP: 50°C

USB Connected! B6AC V2

START

Ladesysteme / Universalladegerät - Software

Charger Master V1.08.B206

Charge System Program Help

Edit box:

NAME: Demo für SOTA-Vortrag_2022

Batty Type: LiFe Cells: 4

Chg Current: 6.0 A End Voltage: 3.70 V

Dchg Current: 2.0 A End Voltage: 2.90 V

Option: CHARGE

Save

Storage:

Demo für SOTA-Vortrag_2022 LiFe CHARGE Edit

Current: 6.0A DCcurrent: 2.0A

Program 1 LiHv DISCHARGE Edit

Current: 1.5A DCcurrent: 1.0A

Program 2 LiHv CHARGE Edit

Current: 1.5A DCcurrent: 1.0A

Program 3 LiPo FAST CHG Edit

Current: 1.5A DCcurrent: 1.0A

Program 4 LiPo STORAGE Edit

Current: 1.5A DCcurrent: 1.0A

Program 5 LiPo DISCHARGE Edit

Current: 1.5A DCcurrent: 1.0A

Program 6 Lilo CHARGE Edit

Current: 1.5A DCcurrent: 1.0A

Program 7 Lilo BALANCE Edit

USB Connected! B6AC V2

Edit box:

NAME:

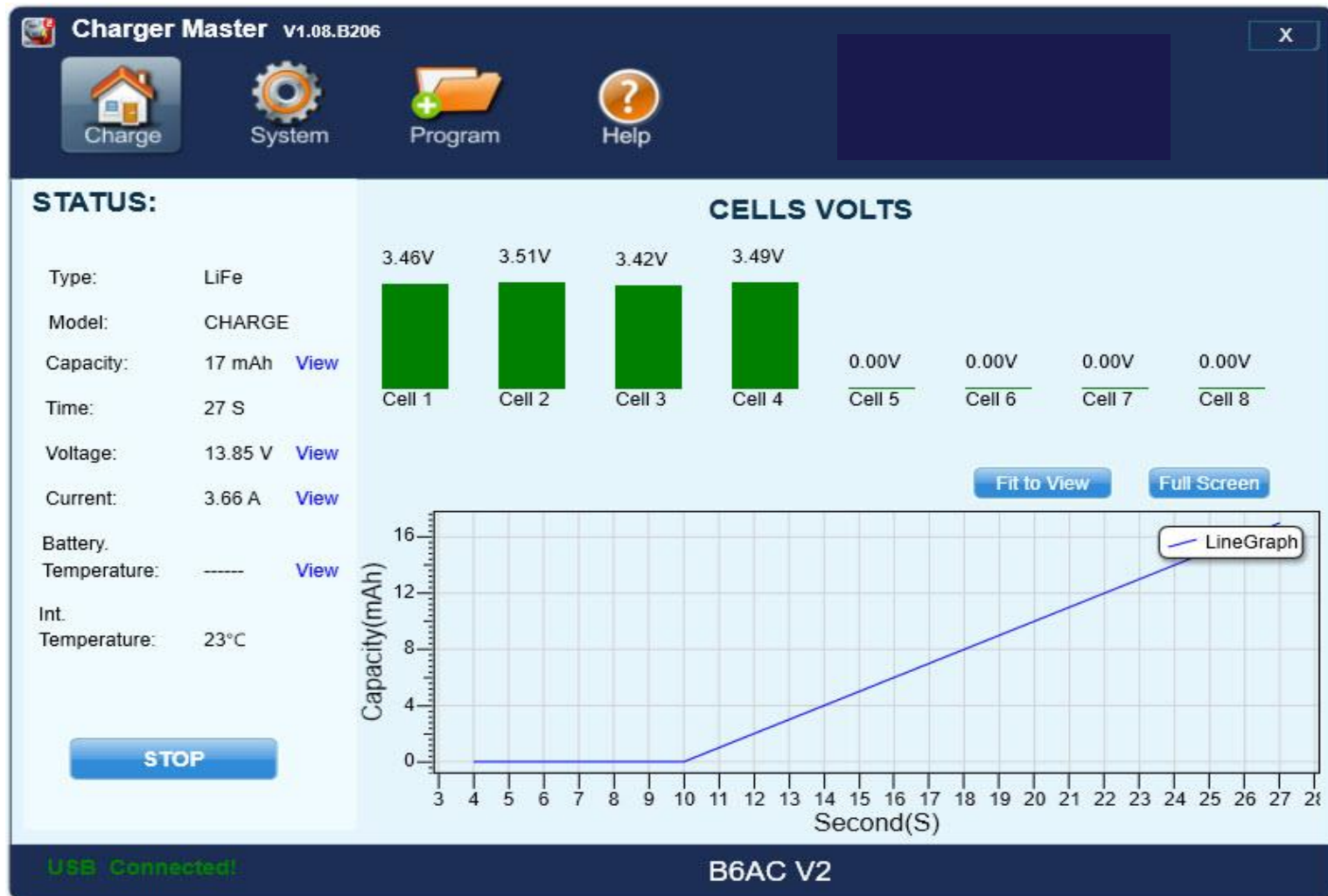
Batty Type: LiPo Cells: 3

Chg Current: 4.20 V

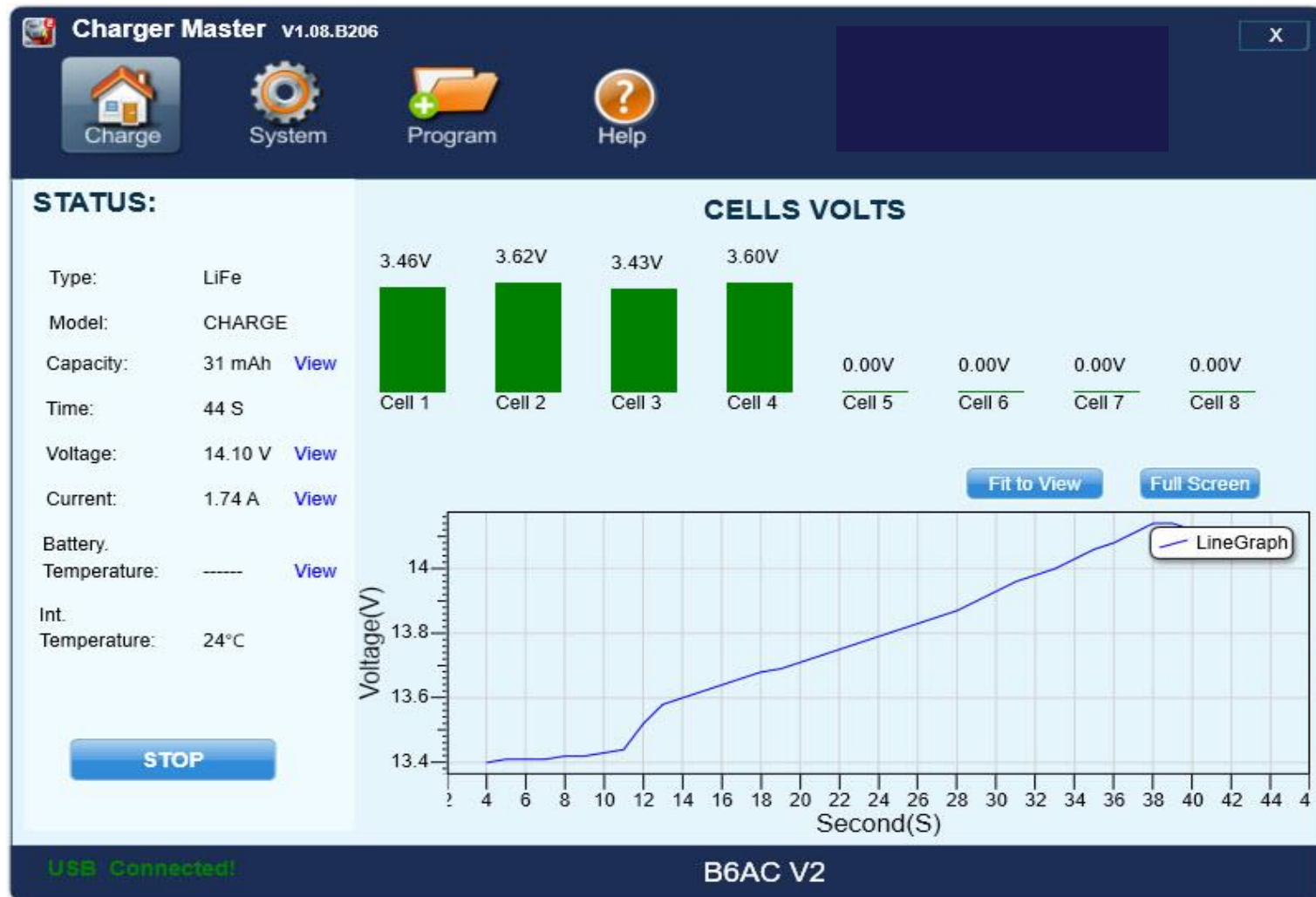
Dchg Current: 3.20 V

- LiPo
- Lilo
- LiFe
- LiHv
- NiMH
- NiCd
- Pb

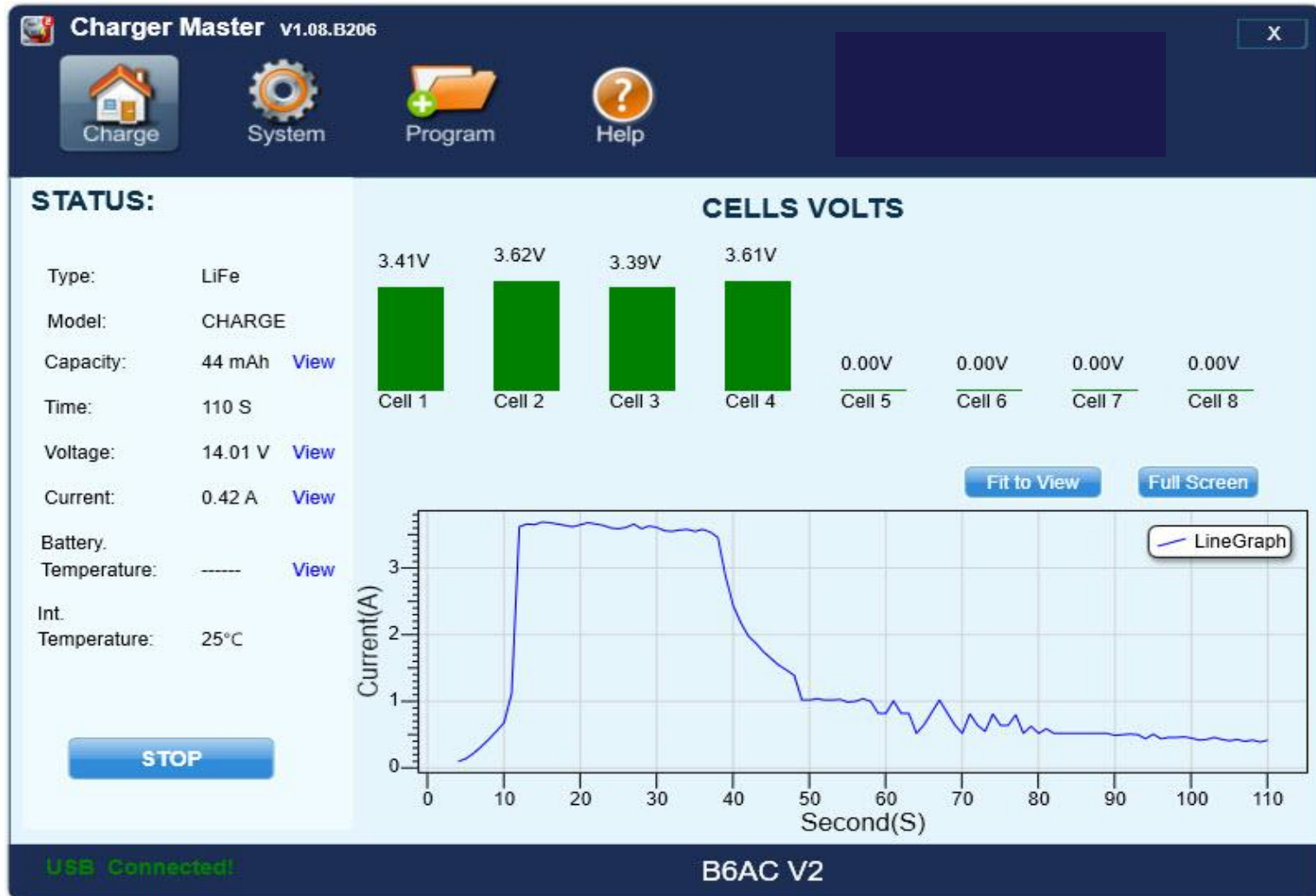
Ladesysteme / Universalladegerät - Software



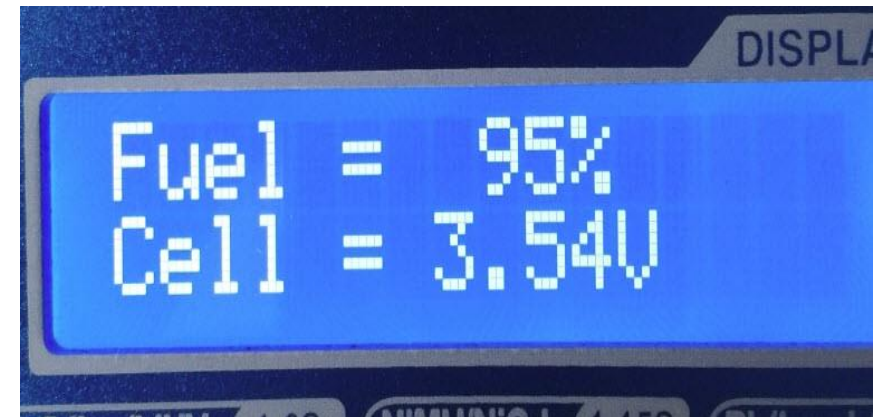
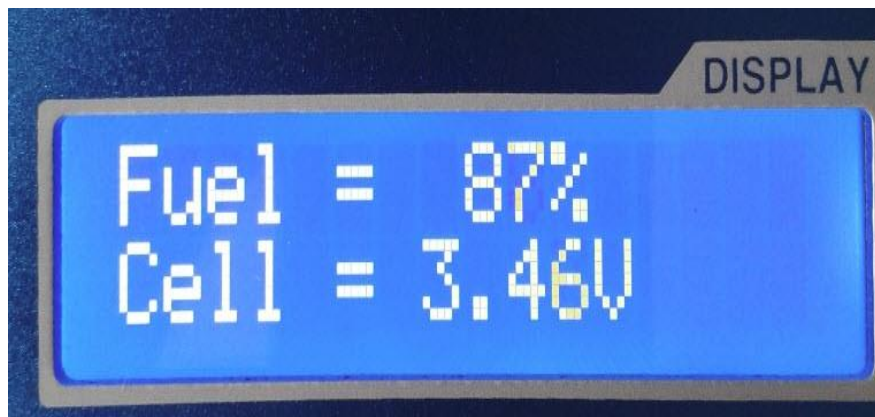
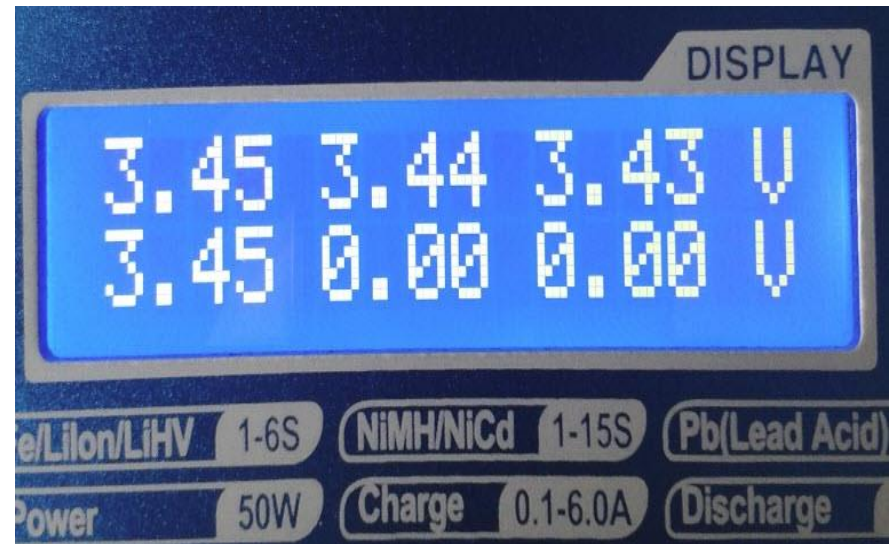
Ladesysteme / Universalladegerät - Software



Ladesysteme / Universalladegerät - Software

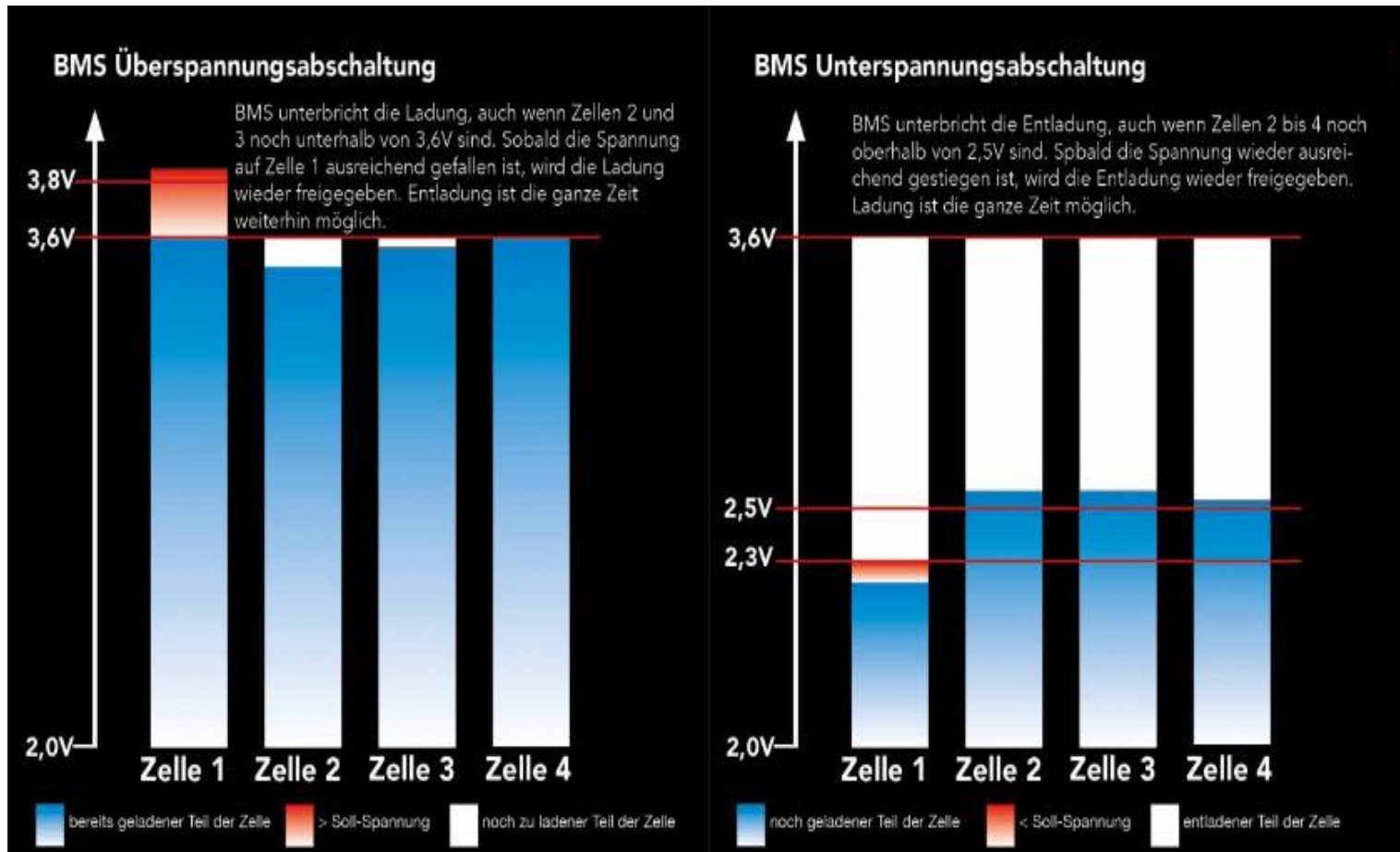


Ladesysteme / Universalladegerät - Software



Ladesysteme ...BMS

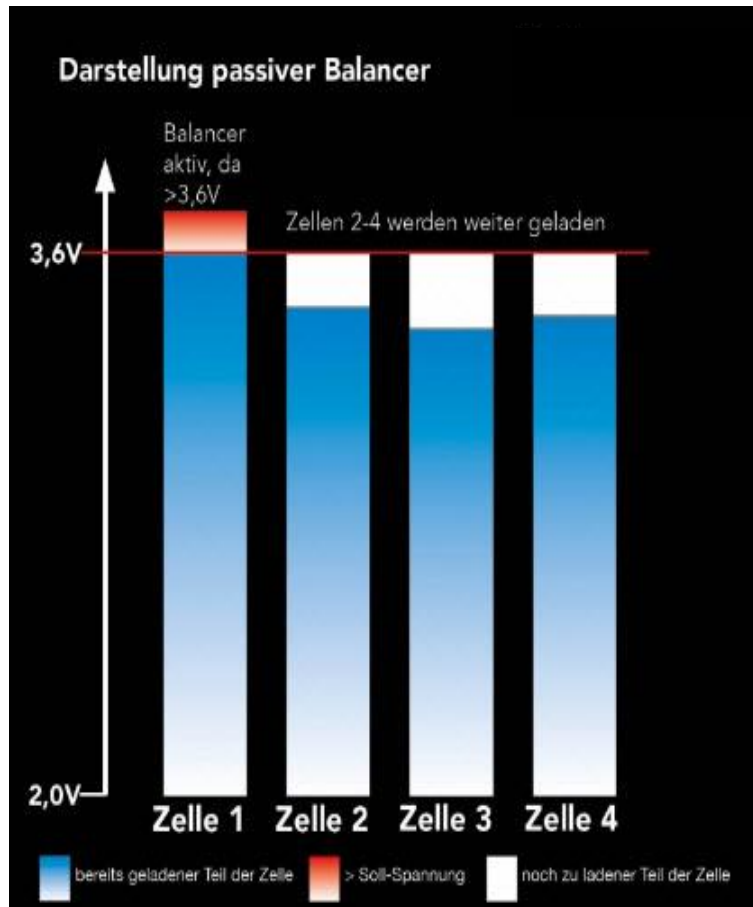
- Thema BMS ... Batterie-Management-System
... Über / Unter-Spannung`s Abschaltung



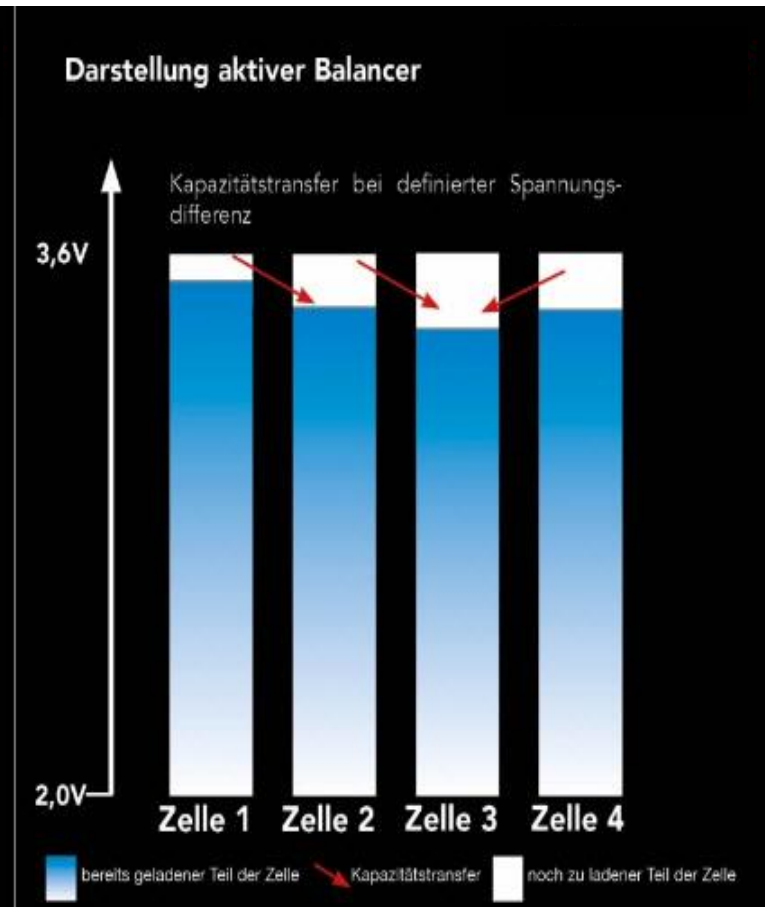
Ladesysteme ...Balancer

- Thema Balancer

Passiver Balancer



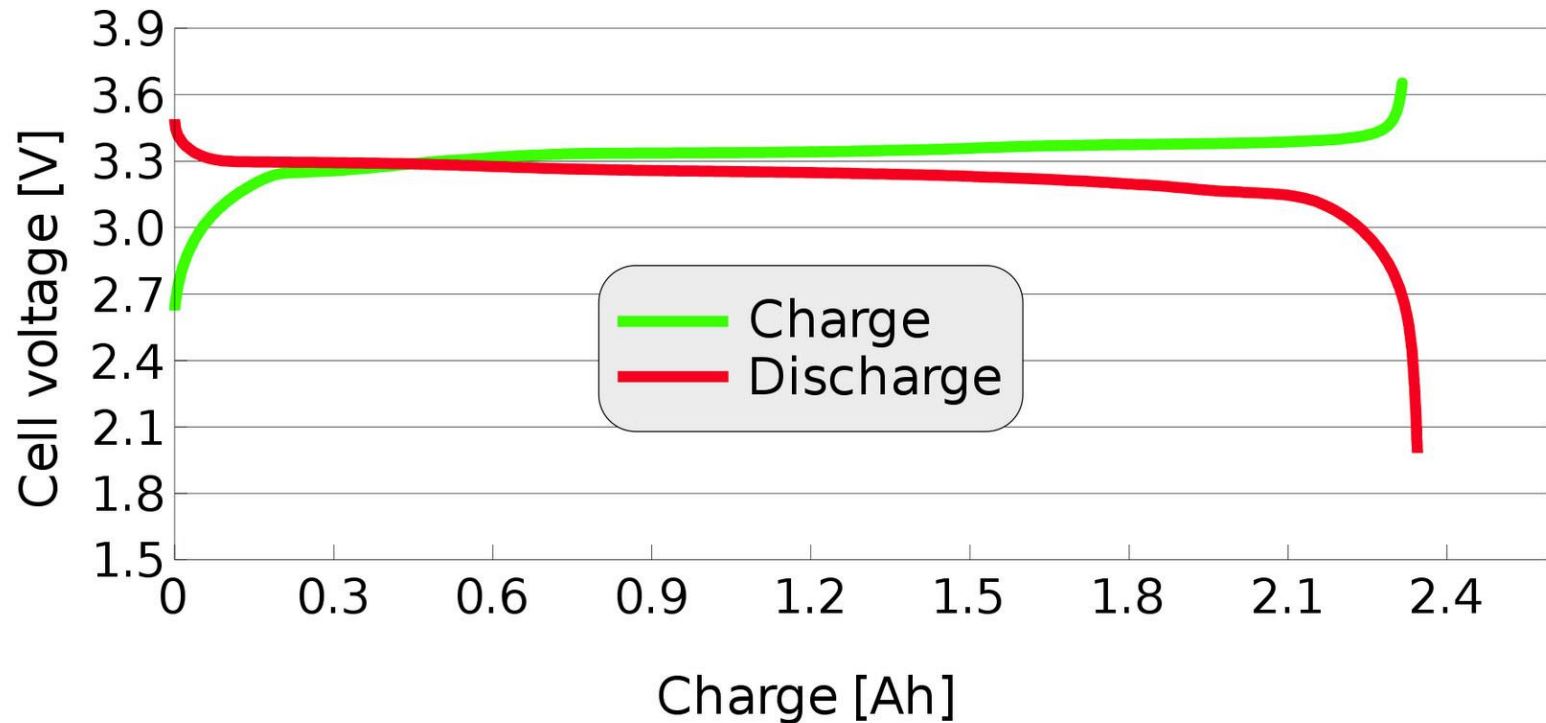
Aktiver Balancer



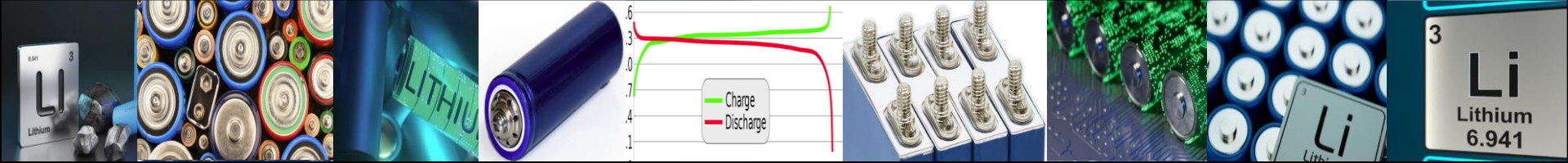
Laden - Entladen

Spannungsverlauf bei Ladung und Entladung an einer LiFePO₄-Zelle.

LiFePO₄ with 2.3Ah



Typisch die über einen weiten Ladungsbereich kaum veränderliche Zellspannung



Ich hoffe das diese Materie für Euch nicht all zu «trocken» war,
und das Ihr spannende und interessante Einblicke in die Welt
«Stromversorgung» hattet.

Amstad Michael / HB9OOA

Präsident & Technischer Leiter / HB9NL - Nollen (TG)



Technischer Leiter / HB9ID - Iddaburg (TG)



...merci viu mau...

FÜR EURE AUFMERKSAMKEIT