

# 1 Veiligheidsrichtlijnen en –maatregelen

## 1.1 Algemene voorschriften



Neem deze aanwijzingen in acht en bewaar deze in de buurt van de li-ionaccu om later nog te kunnen raadplegen. Werkzaamheden aan de li-ionaccu dienen enkel door gekwalificeerd personeel te worden uitgevoerd.



Draag bij het uitvoeren van werkzaamheden aan de li-ionaccu een veiligheidsbril en beschermende kleding.



Onbeschermd accumateriaal, zoals elektrolyt of poeder op de huid of in de ogen moet direct ruimschoots worden gespoeld met schoon water. Raadpleeg daarna een arts. Gemorst materiaal op kleding dient met water uitgespoeld te worden.



Explosie- en brandgevaar. De polen van de li-ion accu zijn altijd spanningsvoerend; plaats daarom geen voorwerpen of gereedschap op de li-ionaccu. Voorkom kortsluiting, te diepe ontlading en de hoge laadstromen. Gebruik geïsoleerd gereedschap. Draag geen metalen voorwerpen, zoals horloges, armbandjes, enz. Gebruik in geval van brand een schuim- of CO2-brandblusser van type D.



Probeer nooit om de li-ionaccu te openen of te demonteren. Elektrolyt is zeer agressief. Onder normale gebruiksomstandigheden is het contact met het elektrolyt onmogelijk. Als de behuizing van de accu beschadigd is, raak dan niet het blootliggende elektrolyt of poeder aan, omdat dit agressief is.



Een te diepe ontlading beschadigt de li-ionaccu zwaar en kan zelfs gevaarlijk zijn. Daarom is het gebruik van een extern veiligheidsrelais verplicht.



Lithium-ionaccu's zijn zwaar. Bij een ongeluk kunnen deze een projectiel worden! Zorg voor een goede en veilige montage en gebruik altijd een geschikte uitrusting voor het transport. Ga voorzichtig met lithium-ionaccu's om, omdat deze gevoelig zijn voor mechanische schokken.



Als de li-ionaccu wordt opgeladen nadat deze tot onder de uitschakelspanning was ontladen of als de li-ionaccu is beschadigd of overladen, dan kunnen uit de li-ionaccu een schadelijk mengsel van gassen, zoals fosfaat, ontsnappen.

**Door het niet in acht nemen van de gebruiksaanwijzingen, het uitvoeren van reparaties met niet-originele onderdelen of het uitvoeren van reparaties zonder toestemming vervalt de garantie.**

## 1.2 Transport- waarschuwingen



De li-ionaccu moet worden getransporteerd in de originele of gelijkwaardige verpakking en in rechtop staande positie.

Als de accu in de verpakking zit, gebruik dan zachte lussen om beschadiging te voorkomen. Ga niet onder een li-ionaccu staan als deze wordt getild. Til de accu nooit op aan de polen, enkel aan de handvaten.

De accu's worden getest volgens het UN handboek voor tests en criteria, deel III, lid 38.3 (ST/SG/AC.10/11/Rev.5). Bij het transport valt de accu onder de categorie UN3480, klasse 9, verpakkingsgroep II en dient conform deze regels te worden getransporteerd. Dat betekent dat de accu bij transport over land of over zee (ADR, RID & IMDG) moeten worden verpakt conform de verpakkingsinstructie P903 en bij luchttransport (IATA) conform de verpakkingsinstructie P965. De originele verpakking voldoet aan deze instructies.

## 1.3 Afvalverwijdering van lithium-ionaccu's

Accu's die voorzien zijn van het recyclingsymbool moeten worden verwerkt door een erkend recyclingbedrijf. Door overeenkomst kunnen de accu's worden retour gestuurd naar de fabrikant. Accu's mogen niet worden weggegooid als huishoudelijk of industrieel afval.



**Lekvrij**

## 2 Algemene informatie over lithium-ijzerfosfaattu's

Lithium-ijzerfosfaat (LiFePO<sub>4</sub> of LFP) is de veiligste van de voornaamste lithium-ionaccutypes. De nominale spanning van een LFP-cel is 3,2V (loodzuur: 2V/cel). Een 12,8V LFP-accu bestaat daarom uit 4 in serie geschakelde cellen; en een 25,6V LFP-accu bestaat uit 8 in serie geschakelde cellen.

### 2.1 Robuust

Een loodzuuraccu zal vroegtijdig uitvallen door sulfatering:

- Als deze gedurende langere periodes in de tekortmodus werkt (als de accu zelden of nooit volledig wordt geladen).
- Als de accu deels opgeladen of nog erger, volledig ontladen wordt gelaten.

Een LFP-accu hoeft niet volledig te worden opgeladen. Dit is een groot voordeel van LFP vergeleken met loodzuur.

Andere voordelen zijn een groot bereik van de bedrijfstemperatuur, uitstekende cyclusprestaties, een lage interne weerstand en een hoge efficiëntie (zie hieronder).

LFP is daarom de juiste keuze voor zeer veeleisende toepassingen.

### 2.2 Efficiënt

Energie-efficiëntie kan bij diverse toepassingen (vooral bij autonome zonne- en/of windenergie) van wezenlijk belang zijn.

De energie-efficiëntiecyclus (ontladen vanaf 100% tot 0% en terug naar 80% opgeladen) van de gemiddelde loodzuuraccu is 80%.

De energie-efficiëntiecyclus van een LFP-accu is 92%.

Het laadproces van loodzuuraccu's wordt vooral inefficiënt als de laadstatus van 80% is bereikt, hetgeen resulteert in een efficiëntie van 50% of nog minder in zonne-energiesystemen die een aantal dagen reserve-energie vereisen (accu die met een laadstatus van 70% tot 100% werkt).

Een LFP-accu heeft daarentegen nog een efficiëntie van 90% bij lichte ontladingen.

### 2.3 Afmeting en gewicht

Bespaart tot 70% aan ruimte

Is tot 70% lichter in gewicht

### 2.4 Eindeloze flexibiliteit

LFP-accu's zijn eenvoudiger op te laden dan loodzuuraccu's. Hun laadspanning varieert van 14 V tot 15 V resp. 28 V tot 30 V (zolang er geen cel wordt blootgesteld aan meer dan 4,2 V) en ze hoeven niet volledig te worden geladen. Daarom kunnen er meerdere accu's parallel worden

geschakeld en treedt er geen schade op als een aantal accu's minder opgeladen is dan andere.

## 2.5 Waarom is een accubeheersysteem (BMS) essentieel?

Belangrijke feiten:

1. Een LFP-cel zal uitvallen als de spanning van de cel onder de 2,5V daalt (opmerking: herstel door opladen met een lage stroom van minder dan 0,1C is soms mogelijk).
2. Een LFP-cel zal uitvallen als de spanning van de cel boven de 4,2V komt.
3. De cellen van een LFP-accu worden aan het einde van de laadcyclus niet automatisch uitgebalanceerd.

De cellen in een accu zijn niet 100% identiek. Hierdoor worden sommige cellen tijdens de laad-ontlaadcycli sneller volledig opgeladen of ontladen dan andere. De verschillen nemen toe als de cellen niet zo nu en dan worden uitgebalanceerd/geëgaliseerd.

In een loodzuuraccu blijft zelfs, als één of meer cellen volledig zijn opgeladen, een geringe stroom lopen (het grootste effect van deze stroom is het uiteenvallen van water in waterstof en zuurstof). De stroom helpt om andere, achterlopende cellen volledig op te laden, zodat de laadstatus van alle cellen wordt geëgaliseerd.

De stroom die door een volledig opgeladen LFP-cel stroomt, is echter vrijwel nul, zodat de achterlopende cellen niet volledig worden geladen. De verschillen tussen cellen kunnen op den duur zo groot worden dat, ook al blijft de totale accuspanning binnen de limieten, sommige cellen kapot gaan door over- of onderspanning. Actieve celbalancering is ingebouwd in al onze LFP-batterijen

De bijkomende functies van een BMS zijn:

- Voorkomt onderspanning van de cel door de belasting vroegtijdig los te koppelen.
- Voorkomt overspanning van de cel door de laadstroom te verminderen of het laadproces te stoppen.
- Schakelt het systeem uit bij een te hoge temperatuur.
- Stopt het opladen van de batterij bij een te lage temperatuur.

Een BMS is daarom onmisbaar om schade aan lithium-ionaccu's te voorkomen.

### Belangrijke aanwijzing

Lithium-ionaccu's zijn duur en kunnen beschadigd raken door te diepe ontlading of overlading.

Beschadiging als gevolg van te diepe ontlading kan optreden als lage belastingen (zoals: alarmsystemen, relais, stand-by-stroom van bepaalde

EN

NL

FR

DE

ES

IT



belastingen, retourstroomverbruik van acculaders of ladingsregelaars) langzaam de accu ontladen als het systeem niet in gebruik is. Koppel in geval van twijfel over een mogelijke reststroomstoot de accu los door de accuschakelaar te openen, de accuzekering(en) te verwijderen of de pluspool van de accu los te koppelen als het systeem niet in gebruik is.

Een restontladingstroom is vooral gevaarlijk als het systeem volledig is ontladen en door te lage celspanning is uitgeschakeld. Na een uitschakeling door een te lage celspanning resteert een reservecapaciteit van ongeveer 1Ah per 100Ah accucapaciteit in de accu. De accu zal beschadigd raken als de resterende reservecapaciteit aan de accu wordt onttrokken. Een reststroom van 10mA kan bijvoorbeeld een 200Ah-accu beschadigen als het systeem gedurende meer dan 8 dagen in ontladen toestand blijft.

### 3 Installatie

Opmerking: Accu's moeten altijd rechtop worden geïnstalleerd.

Maximum koppel

LiFePO4 accu 12,8V/60Ah Smart: 10 Nm (M6)

LiFePO4 accu 12,8V/90Ah Smart: 14 Nm (M8)

LiFePO4 accu 12,8V/100Ah Smart: 10 Nm (M8)

LiFePO4 accu 12,8V/150Ah Smart: 10 Nm (M6)

LiFePO4 accu 12,8V/160Ah Smart: 14 Nm (M8)

LiFePO4 accu 12,8V/200Ah Smart: 40 Nm (M12)

LiFePO4 accu 12,8V/300Ah Smart: 20 Nm (M10)

LiFePO4 accu 25,6V/200Ah Smart: 14 Nm (M8)

#### 3.1 Kortsluitingsbeveiliging

Installatie met een enkele accu

De accu moet beveiligd zijn met een zekering.

De accu moet worden aangesloten op een BMS.

Serie-aansluiting

Tot vier 12,8V-accu's of tot twee 25,6V-accu's kunnen in serie worden aangesloten.

De accu's moeten worden aangesloten op een BMS.

De reeks accu's moet zijn beveiligd met een zekering.

Parallel of parallelle serie-aansluiting

Tot tien accu's of accureeksen kunnen parallel worden aangesloten.

De accu's moeten worden aangesloten op een BMS.

**Elke accu of accureeks moet zijn beveiligd met een zekering, zie afbeelding 1.**

**Verbind de tussenliggende accu niet met accu-aansluitingen of twee of meer parallelle accureeksen.**

### 3.2 Accu's vóór het gebruik opladen

De accu's zijn ca. 50% opgeladen als deze worden verzonden.

Als in serie aangesloten accu's worden opgeladen, stijgt de spanning of de accu's of cellen met de hoogste beginlaadstatus als de accu volledig is opgeladen, terwijl andere accu's of cellen misschien achterlopen. Dit kan leiden tot overspanning bij de accu's of cellen met de hoogste beginlaadstatus en dan wordt het laadproces door het BMS onderbroken.

**Daarom moeten nieuwe accu's volledig worden opgeladen voordat deze worden gebruikt in een serie- of in een serie-parallelconfiguratie.**

Dit kan het beste plaatsvinden door de accu's individueel op te laden met een lage stroom (C/20 of minder) met een lader of voeding die is ingesteld op 14,2V resp. 28,4V. Een absorptieperiode van meerdere uren bij 14,2V resp. 28,4V wordt geadviseerd om de cellen volledig te egaliseren.

Als er geen BMS wordt gebruikt, laad de accu dan alleen op als een supervisor aanwezig is die het laadproces in geval van een storing van de accu kan stoppen.

Een parallelle aansluiting van de accu's en het gelijktijdig opladen is ook mogelijk. In dat geval moet elke accu zijn beveiligd met een zekering en bedraagt de aanbevolen laadspanning weer C/20 of minder, waarbij C de capaciteit is van één van de parallel aangesloten accu's.

## 4. Werking

### 4.1 Celbalancering en alarmen

Elke 12,8V accu bestaat uit vier in serie geschakelde cellen en het interne celbalanceringssysteem:

- Meet de spanning van elke cel en verplaats Ah van cellen met de hoogste spanning naar cellen met een lagere spanning tot het spanningsverschil tussen de cellen minder is dan 10 mV (actief balanceren).
- geeft een overspannings- (celspanning > 3,75V) of onderspannings- (celspanning < 2,80V) alarm af dat door het BMS moet worden verwerkt (zie 4.3).
- geeft een overtemperatuur ( $T > 75^{\circ}\text{C}$ ) alarm af dat door het BMS moet worden verwerkt.
- Geeft een alarm voor een te lage temperatuur ( $T < 5^{\circ}\text{C}$ ) dat door het BMS moet worden verwerkt (zie 4.4).

Opmerking:

De balans tussen de cellen van een accu of van in serie aangesloten accu's kan verstoord worden door hoge ontladingsstromen en korte druppellaadperiodes.

De beschikbare accucapaciteit wordt dan verminderd en er kan een celoverspanningsalarm optreden.

Ga te werk volgens de procedures beschreven in paragraaf 3.2 om de accu's volledig op te laden en te egaliseren.

## 4.2 Laadspanning

Aanbevolen laadspanning: 14V - 14,4V per accu (aanbevolen 14,2V), respectievelijk 28V-28,8V (28,4V aanbevolen).

Absorptietijd: 2 uur voor 100% oplading of enkele minuten voor 98% oplading.

Maximale laadspanning: 14,4V resp. 28,8V per accu.

Aanbevolen opslag-/druppelladingsspanning: 13,5V resp. 27V per accu.

De accu's moeten regelmatig (minimaal elke maand) worden opgeladen tot 14V (max. 14,4V) om de cellen volledig in balans te brengen. Twee of vier in serie geschakelde accu's dienen regelmatig tot 28V resp. 56V te worden opgeladen.

## 4.3 Toegestane ontlading celvoltage

De drempel waaronder de batterij niet mag worden ontladen is standaard 2,8V en is in de VictronConnect app configureerbaar (bereik 2,6V tot 2,8V).

## 4.4 Toegestane minimumtemperatuur laden

De drempel waaronder een alarm voor te lage temperatuur afgaat is standaard 5°C en is in de VictronConnect app configureerbaar (bereik -20°C tot +20°C).

**Waarschuwing:** het instellen van de temperatuur onder de 5°C laat de garantie vervallen. Het opladen van een lithium-ijzerfosfaatbatterij onder de 5°C beschadigt permanent de chemische samenstelling waarbij de capaciteit vermindert.

## 4.5 Accutemperatuur offset

De accutemperatuur wordt gebruikt om de temperatuuralarmen te activeren en wordt weergegeven in de VictronConnect app. Om de nauwkeurigheid van de temperatuurmeting te verbeteren, wordt deze intern gekalibreerd nadat de batterij gedurende 4 uur inactief is geweest (er heeft geen balancering plaatsgevonden).

Het resultaat van deze kalibratie is een temperatuurcompensatie van de accu, die beschikbaar is als een gebruikersinstelling in de VictronConnect app (bereik -10°C tot +10°C). Dit maakt handmatige correctie van de accutemperatuur mogelijk, indien nodig.

Als de temperatuurcompensatie door de gebruiker wordt ingesteld terwijl tijdens een autokalibratie, zal de autokalibratie worden afgebroken. De door de gebruiker ingestelde waarde heeft voorrang.

## 4.6 Accubeheersysteem (Battery Management System, BMS)

Twee BMS staan ter beschikking om de informatie van de accu's te verwerken.

### 4.6.1 BMS 12/200

Het BMS 12/200 is een eenvoudig all-in-one-oplossing die enkel bedoeld is voor 12V-systemen.

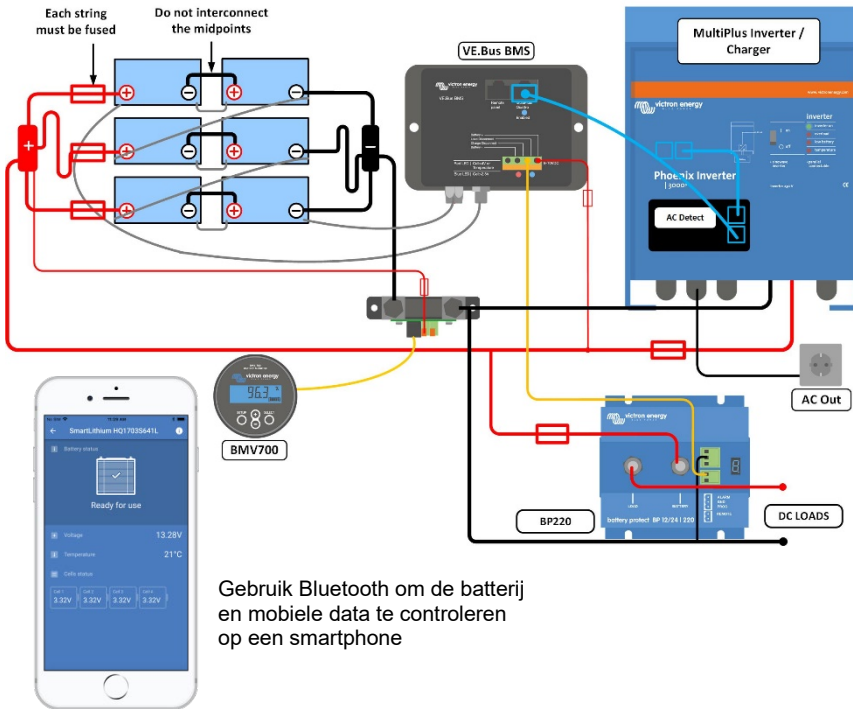
Het bevat alle functies zoals beschreven onder paragraaf 4.1 plus een wisselstroombegrenzer.

Zie voor meer informatie het datasheet en de handleiding op onze website.

### 4.6.2 VE.Bus BMS

Dit BMS is geschikt voor 12, 24 en 48V-systemen.

Zie voor meer informatie en installatievoorbeelden het datasheet en de handleiding op onze website.



Afbeelding 1: Systeemvoorbeeld met VE.Bus BMS