

Lithium NG 25,6V battery Handbuch

100Ah | 200Ah | 300Ah

Rev 10 - 11/2025

Diese Anleitung ist auch im [HTML5-Format](#) verfügbar.

Inhaltsverzeichnis

1. Sicherheitsvorkehrungen	1
1.1. Allgemeine Warnhinweise	1
1.2. Lade- und Entladewarnungen	1
1.3. Warnhinweise zum Transport	2
1.4. Entsorgung von Lithiumbatterien	2
2. Einführung	3
2.1. Beschreibung	3
2.2. Eigenschaften	3
3. Leitfaden für Systementwurf und Auswahl des BMS	4
3.1. Maximale Anzahl von Batterien in Serien-, Parallel- oder Serien-/Parallelschaltung	4
3.2. Die BMS-Alarmsignale und BMS-Aktionen	4
3.2.1. Das Voralarmsignal des BMS	5
3.3. Die BMS-Modelle	6
3.3.1. Das Lynx Smart BMS NG	7
3.3.2. Das smallBMS NG	7
3.3.3. Das VE.Bus BMS V2	8
3.4. Aufladen von einer Lichtmaschine	9
3.5. Batterieüberwachung	9
4. Installation	10
4.1. Auspacken und Handhabung der Batterie	10
4.2. Laden Sie die VictronConnect-App herunter und installieren Sie sie	10
4.2.1. Aktualisieren der Batterie- und BMS-Firmware	10
4.3. Batterien vor Gebrauch aufladen	11
4.3.1. Warum Batterien vor dem Gebrauch aufladen?	11
4.3.2. So lädt man Batterien vor dem Gebrauch auf	11
4.4. Montage	13
4.5. Batteriekabel anschließen	13
4.5.1. Kabelquerschnitt und Sicherungswerte	13
4.5.2. Anschließen einer einzelnen Batterie	13
4.5.3. Mehrere Batterien in Reihe schalten	14
4.5.4. Parallelschaltung mehrerer Batterien	14
4.5.5. Anschluss mehrerer Batterien in Reihe/parallel	14
4.5.6. Batteriebänke, die aus verschiedenen Batterien bestehen	15
4.6. Anschließen des BMS	15
4.7. Ladegeräteinstellungen	17
4.8. Inbetriebnahme	17
5. Betrieb	18
5.1. Überwachung & Steuerung	18
5.1.1. Überwachung der Batterie über VictronConnect	18
5.1.2. Überwachung der Batterie über ein GX-Gerät	19
5.1.3. Überwachung der Batterie über das VRM-Portal	19
5.2. Batterie laden und entladen	19
5.2.1. Aufladen der Batterie und empfohlene Ladeeinstellungen	19
5.2.2. Entladen	21
5.3. Beachten Sie die Betriebsbedingungen	21
5.4. Batteriepflege	23
6. Fehlerbehebung & Support	24
6.1. Batterieprobleme	24
6.1.1. Zellunausgeglichenheit erkennen	24
6.1.2. Ursachen für eine Zellunausgeglichenheit oder eine Veränderung der Zellspannungen	24
6.1.3. Unausgeglichene Batterie wiederherstellen	26
6.1.4. Weniger Kapazität als erwartet	26
6.1.5. Batterie mit sehr niedriger Klemmenspannung	28
6.1.6. Die Batterie hat das Ende ihrer Lebensdauer erreicht oder die Batterie wurde falsch verwendet	29
6.2. BMS-Probleme	31
6.2.1. Das BMS deaktiviert häufig das Batterieladegerät	31
6.2.2. Die BMS schaltet Ladegeräte vorzeitig ab	31

6.2.3. Das BMS schaltet Lasten vorzeitig ab	31
6.2.4. Das BMS zeigt einen Alarm an, solange alle Zellenspannungen innerhalb des Bereichs liegen	31
6.2.5. Wie man testet, ob das BMS funktionsfähig ist	32
7. Warnhinweise, Alarmer und Fehler	33
8. Technische Daten	34
8.1. Technische Daten der Batterie	34
8.2. Gehäuseabmessungen	36

1. Sicherheitsvorkehrungen



- Beachten Sie diese Anleitung und bewahren Sie sie zum Nachschlagen in der Nähe der Batterie auf.
- Das Material Sicherheitsdatenblatt kann über das Menü „Material Sicherheitsdatenblatt“ auf der [Produktseite von Lithium Battery Smart](#) heruntergeladen werden.
- Arbeiten an Lithiumbatterien sollten nur von qualifiziertem Personal durchgeführt werden.

1.1. Allgemeine Warnhinweise



- Tragen Sie bei Arbeiten an einer Lithium-Batterie eine Schutzbrille und Schutzkleidung.
- Ausgelaufenes Batteriematerial, wie Elektrolyt oder Pulver, das auf die Haut oder in die Augen gelangt, muss sofort mit viel sauberem Wasser ausgespült werden. Suchen Sie dann ärztliche Hilfe auf. Verschüttete Stoffe auf der Kleidung sollten mit Wasser ausgespült werden.
- Explosions- und Brandgefahr. Im Brandfall müssen Sie einen Schaum- oder CO₂-Feuerlöscher vom Typ D verwenden.
- Die Klemmen einer Lithium-Batterie stehen immer unter Spannung. Legen Sie daher keine metallischen Gegenstände oder Werkzeuge auf die Batterie.
- Verwenden Sie isolierte Werkzeuge.
- Tragen Sie keine metallischen Gegenstände wie Uhren, Armbänder usw.
- Vermeiden Sie Kurzschlüsse, zu tiefe Entladungen und zu hohe Ladeströme. Verwenden Sie isolierte Werkzeuge.

- Öffnen oder zerlegen Sie die Batterie nicht. Elektrolyt ist sehr ätzend. Unter normalen Arbeitsbedingungen ist ein Kontakt mit dem Elektrolyt unmöglich. Wenn das Batteriegehäuse beschädigt ist, berühren Sie nicht den freiliegenden Elektrolyt oder das Pulver, da diese ätzend sind.
- Lithium-Batterien sind schwer. Um Muskelverspannungen und Rückenverletzungen zu vermeiden, sollten Sie beim Einsetzen oder Herausnehmen der Batterien Hebehilfen und richtige Hebetekniken verwenden.
- Wenn sie in einen Autounfall verwickelt sind, können sie zu einem Geschoss werden! Sorgen Sie für eine angemessene und sichere Befestigung und verwenden Sie für den Transport stets geeignete Hilfsmittel.
- Seien Sie vorsichtig, denn eine Lithium-Batterie ist empfindlich gegenüber mechanischen Stößen.
- Verwenden Sie keine beschädigten Batterien.
- Die Batterie wird durch Wasser beschädigt. Stellen Sie die Verwendung ein und lassen Sie sich beraten.

1.2. Lade- und Entladewarnungen



- Verwenden Sie nur ein von Victron Energy zugelassenes BMS vom Typ NG.
- Eine Lithium-Batterie kann durch Überladen oder Tiefentladen ernsthaft beschädigt werden und ist dann möglicherweise nicht mehr für eine fortlaufende Verwendung sicher. Daher ist ein externes Sicherheitsrelais zwingend erforderlich.
- Wenn die Lithium-Batterie unter die „Entladeschlussspannung“ entladen oder beschädigt oder überladen ist und dann aufgeladen wird, kann die Batterie eine schädliche Mischung von Gasen, wie z. B. Phosphat, freisetzen.
- Die Batterie kann zwischen 5 °C und 50 °C aufgeladen werden. Das Aufladen bei Temperaturen außerhalb dieses Bereichs kann zu schweren Schäden an der Batterie führen oder ihre Lebensdauer verkürzen.
- Der Temperaturbereich für die Entladung der Batterie liegt zwischen -20 °C und 50 °C. Wenn die Batterie bei Temperaturen außerhalb dieses Bereichs entladen wird, kann dies zu schweren Schäden an der Batterie führen oder ihre Lebensdauer verkürzen.

1.3. Warnhinweise zum Transport



- Die Batterie muss in ihrer Originalverpackung oder einer gleichwertigen Verpackung und in aufrechter Position transportiert werden. Wenn sich die Batterie in der Kartonverpackung befindet, verwenden Sie weiche Schlingen, um Schäden zu vermeiden. Achten Sie darauf, dass alle Verpackungsmaterialien nicht leitend sind.
- Kartons oder Kisten, die zum Transport von Lithium-Batterien verwendet werden, müssen mit einem genehmigten Warnhinweis versehen sein.
- Der Lufttransport von Lithium-Batterien ist verboten.
- Stehen Sie nicht unter einer Batterie, wenn diese angehoben wird.
- Heben Sie die Batterie niemals an den Polen oder den BMS-Kommunikationskabeln an, sondern nur an den Griffen.
- Bitte lassen Sie die Batterie nicht umkippen. Herunterfallen und Umkippen kann zu physischen Beschädigungen führen, wodurch interne Zellen freigelegt werden und Sicherheitsrisiken wie Brandgefahr und Stromschlag entstehen können.



- Batterien werden gemäß dem UN-Handbuch der Prüfungen und Kriterien, Teil III, Unterabschnitt 38.3 (ST/SG/AC.10/11/Rev.5) geprüft.
- Zum Transport gehören die Batterien zur Kategorie UN3480, Klasse 9, Verpackungsgruppe II und müssen nach dieser Vorschrift transportiert werden. Das bedeutet, dass sie für den Land- und Seetransport (ADR, RID & IMDG) nach der Verpackungsanweisung P903 und für den Lufttransport (IATA) nach der Verpackungsanweisung P965 zu verpacken sind. Die Originalverpackung entspricht diesen Anweisungen.

1.4. Entsorgung von Lithiumbatterien



- Werfen Sie eine Batterie nicht ins Feuer.
- Batterien dürfen nicht mit Haus- oder Industrieabfällen vermischt werden.
- Batterien, die mit dem Recycling-Symbol ♻ gekennzeichnet sind, müssen über eine anerkannte Recyclingstelle entsorgt werden. Nach Vereinbarung können sie an den Hersteller zurückgegeben werden.

2. Einführung

2.1. Beschreibung

Victron Energy Lithium NG-Batterien sind Lithium-Eisenphosphat-Batterien (LiFePO₄ oder LFP), die in verschiedenen Kapazitäten mit Nennspannungen von **12,8 V, 25,6 V und 51,2 V** erhältlich sind. Sie können in Reihe, parallel oder in einer Kombination aus beidem geschaltet werden, sodass eine Batteriebank für Systemspannungen von 12 V, 24 V oder 48 V ausgelegt werden kann. Bei der Konfiguration einer Batteriebank mit 12-V- oder 24-V-Batterien können maximal 50 Batterien verwendet werden, während bei 48-V-Batterien bis zu 25 Batterien verwendet werden können. Dies ermöglicht eine maximale Energiespeicherkapazität von 192 kWh mit 12-V-Batterien, bis zu 384 kWh mit 24-V-Batterien und 128 kWh mit 48-V-Batterien.

Dies ist der sicherste der gängigen Lithium-Batterietypen und die erste Wahl für sehr anspruchsvolle Anwendungen.

2.2. Eigenschaften

Integriertes System für Zellenausgleich sowie Temperatur- und Spannungsregelung

- Die Batterie verfügt über ein integriertes Ausgleichs-, Temperatur- und Spannungsregelsystem (BTV), das an ein externes Batteriemanagementsystem (BMS) angeschlossen werden muss. Das BTV überwacht jede einzelne Batteriezelle, gleicht die Zellspannungen aus und erzeugt ein Alarmsignal bei zu hoher oder zu niedriger Zellspannung oder bei zu hoher oder zu niedriger Zelltemperatur. Dieses Alarmsignal wird vom BMS empfangen (muss separat erworben werden, siehe Kapitel [Die BMS-Modelle](#) für eine Übersicht der verfügbaren BMS-Modelle und Funktionen), das dann die Lasten und/oder Ladegeräte entsprechend abschaltet.

Integrierter Shunt

- Die Batteriedaten (Batteriespannung, -strom und -temperatur) werden an das BMS übertragen und dort ausgewertet, d. h. zur Berechnung des Ladezustands, der dann über VictronConnect oder eine [GX-Kommunikationszentrale](#) ausgelesen werden kann, oder um spezifische Warnungen und Alarmer zu erstellen und auszugeben.

Automatische Einrichtung, Überwachung und Steuerung über VictronConnect App oder ein GX-Gerät und das VRM-Portal

- Das BMS verwaltet automatisch alle Batterieparameter. Es erkennt die Systemspannung und die Anzahl der Batterien in Parallel-, Reihen- und Reihen-/Parallelschaltungen. Das BMS (ab sofort Lynx Smart BMS NG 500 A / 1000 A, weitere Modelle folgen) ist obligatorisch und muss separat erworben werden.
- Die Überwachung und Steuerung erfolgt über VictronConnect (jedes BMS-Modell verfügt über Bluetooth), ein GX-Kommunikationszentrum oder das VRM-Portal. Zeigen Sie Batterieparameter wie Zellstatus, Spannungen und Temperatur in Echtzeit an, konfigurieren Sie die Batteriegrenzwerte oder aktualisieren Sie die Batterie-Firmware. Für weitere Details siehe das Kapitel [Überwachung & Steuerung](#) [18].
- Weitere Informationen über die VictronConnect App und ihre Funktionen finden Sie im Handbuch von VictronConnect, das Sie von der [Produktseite](#) herunterladen können.

Einfache Halterungsmontage

- Montagehalterungen erleichtern die Installation und sorgen dafür, dass die Batterie optimal gegen Verrutschen und Umkippen gesichert ist. Optional können die Batterien auch mit Gurten gesichert werden.

Erhöhter Eindringenschutz (IP-Klassifizierung)

- Die Lithium-NG-Batterien sind effektiv gegen Staub versiegelt und können einem Niederdruck-Wasserstrahl standhalten, so dass sie für Umgebungen geeignet sind, in denen Staub und Wasser ein Problem darstellen.

Niedrige Selbstentladungsrate

- Die Selbstentladungsrate wurde deutlich verbessert und beträgt nun maximal 3 % der Batteriekapazität pro Monat. Eine niedrige Selbstentladungsrate trägt zur Gesamtleistung, Langlebigkeit und Zuverlässigkeit der NG-Batterien bei.

Weitere Merkmale

- Hohe Rundlauffeffizienz
- Hohe Energiedichte – Mehr Kapazität bei weniger Gewicht und Volumen
- Hohe Auflade- und Entladeströme – Schnelles Aufladen und Entladen wird ermöglicht

3. Leitfaden für Systementwurf und Auswahl des BMS

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie die Batterie mit dem BMS interagiert und wie das BMS mit Lasten und Ladegeräten interagiert, um die Batterie zu schützen. Diese Informationen sind wichtig für das Systemdesign und die Auswahl des am besten geeigneten BMS für das System.

3.1. Maximale Anzahl von Batterien in Serien-, Parallel- oder Serien-/Parallelschaltung

In einem System können bis zu 50 Victron Lithium NG-Batterien verwendet werden, wenn es mit 12-V- oder 24-V-Batterien konfiguriert ist, und bis zu 25 Batterien, wenn 48-V-Batterien verwendet werden, unabhängig vom verwendeten Victron BMS NG. Dies ermöglicht Energiespeicherkapazitäten von bis zu 384 kWh mit 24-V-Batterien, 192 kWh mit 12-V-Batterien und 128 kWh mit 48-V-Batterien, je nach Kapazität und Anzahl der verwendeten Batterien. Installationsdetails finden Sie im Kapitel [Installation \[10\]](#).

Der folgenden Tabelle können Sie entnehmen, wie die maximale Speicherkapazität erreicht werden kann (am Beispiel von Batterien mit 12,8 V / 300 Ah, 25,6 V / 300 Ah und 51,2 V / 100 Ah):

Systemspannung	12,8 V / 300 Ah	Nennkapazität	25,6 V / 300 Ah	Nennkapazität	51,2 V / 100 Ah	Nennkapazität
12 V	50 parallel	192kWh	N. z.	N. z.	N. z.	N. z.
24 V	50 in 2S25P	192kWh	50 parallel	384kWh	N. z.	N. z.
48 V	48 in 4S12P	184kWh	50 in 2S25P	384kWh	25 parallel	128kWh

3.2. Die BMS-Alarmsignale und BMS-Aktionen

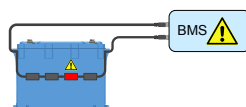
Die Batterie selbst überwacht die Zellspannungen, den Strom und die Batterietemperatur. Das BMS verarbeitet diese Daten ständig und zeigt sie nicht nur über die VictoryConnect App und/oder ein GX-Gerät an, sondern erstellt bei Bedarf auch Warnungen und Alarmer, z. B. wenn eine niedrige Zellspannung droht oder die Batterietemperatur zu niedrig wird, um die Batterie aufzuladen.

Um die Batterie zu schützen, schaltet das BMS dann Lasten und/oder Ladegeräte ab oder erzeugt einen Voralarm, um genügend Zeit für Gegenmaßnahmen zu haben.

Dies sind die möglichen Batteriewarnungen und -alarme und die entsprechenden BMS-Aktionen:

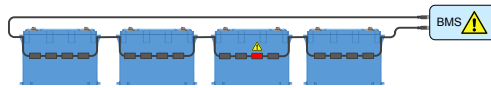
BMS-Alarmsignal	BMS-Maßnahme
Voralarm bei niedriger Zellspannung ($\leq 3,0$ V)	Das BMS erzeugt ein Voralarmsignal
Alarm bei niedriger Zellspannung mit einer Mindestverzögerung von 30 Sekunden ($\leq 2,8$ V)	Das BMS schaltet Lasten ab
Alarm bei hoher Zellspannung ($\geq 3,6$ V)	Das BMS schaltet Ladegeräte ab
Alarm bei niedriger Batterietemperatur (< 5 °C)	Das BMS schaltet Ladegeräte ab
Alarm bei hoher Batterietemperatur (> 50 °C)	Das BMS schaltet Ladegeräte ab

Die Batterie übermittelt ihre Daten über die BMS-Kabel an das BMS.



Das BMS empfängt eine niedrige Zellspannung von einer Batteriezelle

Sind mehrere Batterien im System vorhanden, werden alle BMS-Kabel der Batterien in Reihe geschaltet (Daisy Chain). Das erste und das letzte BMS-Kabel werden an das BMS angeschlossen.



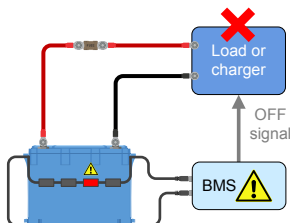
Das BMS empfängt eine hohe Zellspannung von einer Zelle in einem Aufbau mit mehreren Batterien

Die Batterie ist mit 50 cm langen BMS-Kabeln ausgestattet. Wenn diese Kabel zu kurz sind, um das BMS zu erreichen, können sie mit [BMS-Verlängerungskabeln](#) verlängert werden.

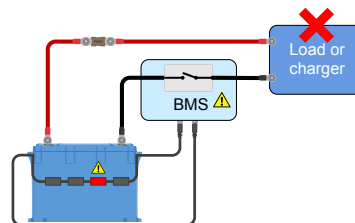
Es gibt zwei Möglichkeiten, wie das BMS Lasten und Ladegeräte steuern kann:

1. Durch Senden eines elektrischen oder digitalen Ein/Aus-Signals an das Ladegerät oder die Last.
2. Durch physisches Verbinden oder Trennen einer Last oder einer Ladequelle von der Batterie. Entweder direkt oder mit Hilfe eines [BatteryProtect](#) oder [Cyrix Li-Ion Relais](#).

Die verfügbaren BMS-Typen für NG-Batterien basieren entweder auf einer oder beiden dieser Technologien. Die BMS-Typen und ihre Funktion werden in den nächsten Kapiteln kurz beschrieben.



Das BMS sendet ein Ein/Aus-Signal an eine Last oder ein Ladegerät



Das BMS verbindet oder trennt sich von einer Last oder einem Ladegerät

3.2.1. Das Voralarmsignal des BMS

Der Zweck des Voralarms besteht darin, zu warnen, dass das BMS im Begriff ist, die Lasten abzuschalten, weil eine oder mehrere Zellen den Voralarmschwellenwert für die Zellunterspannung (3,0 V, fest codiert) erreicht haben. Wir empfehlen den Anschluss des Voralarmausgangs des BMS an ein optisches oder akustisches Alarmgerät. Wenn der Voralarm ausgelöst wird, kann der Benutzer ein Ladegerät einschalten, um ein Abschalten des Gleichstromsystems zu verhindern.


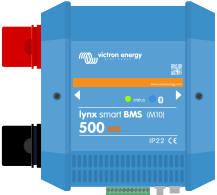

Schaltverhalten

Im Falle einer bevorstehenden Unterspannungsabschaltung schaltet sich der Voralarmausgang des BMS ein. Sinkt die Spannung weiter, werden die Lasten abgeschaltet (Lasttrennung) und gleichzeitig schaltet sich der Voralarmausgang wieder aus. Steigt die Spannung wieder an (der Bediener hat ein Ladegerät aktiviert oder die Last reduziert), schaltet sich der Voralarmausgang aus, sobald die niedrigste Zellspannung über 3,2 V gestiegen ist.

Das BMS gewährleistet eine Mindestverzögerung von 30 Sekunden zwischen der Aktivierung des Voralarms und der Lastabschaltung. Diese Verzögerung soll dem Bediener ein Minimum an Zeit einräumen, um das Herunterfahren zu verhindern.

3.3. Die BMS-Modelle

Aktuell sind drei verschiedene BMS-Modelle für die Lithium-NG-Batterie verfügbar. Weitere Modelle werden zu einem späteren Zeitpunkt folgen. Die folgende Übersicht erläutert die Unterschiede zwischen den Modellen und ihre typischen Anwendungsbereiche.

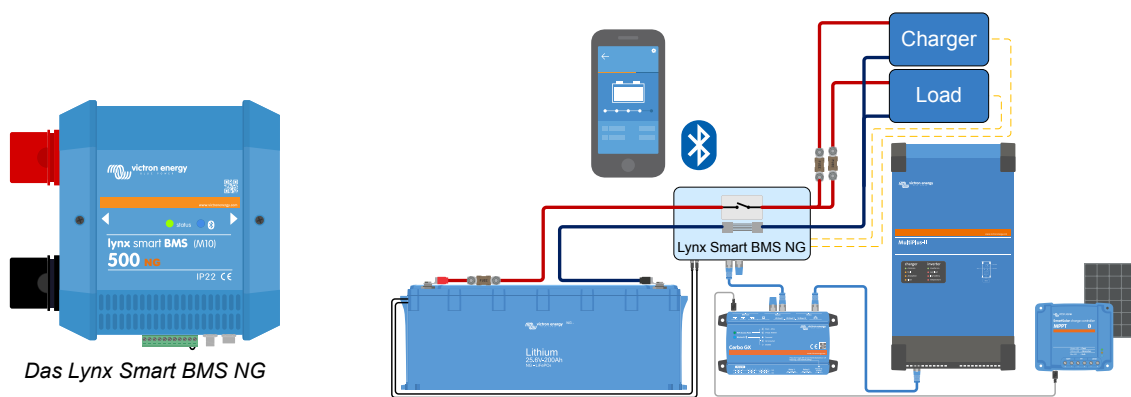
BMS-Typ	Spannung	Merkmale	Typische Anwendung
 SmallBMS NG	12, 24 oder 48 V	Bluetooth Steuert Lasten und Ladegeräte über Ein/Aus-Signale Erzeugt ein Voralarmsignal Ferngesteuerte Ein-/Aus-Schaltung Sofortige Anzeige über Bluetooth	Kleine Anlagen ohne Wechselrichter/Ladegeräte
 Lynx Smart BMS 500A NG und Lynx Smart BMS 1000A NG	12, 24 oder 48V	Steuert Lasten und Ladegeräte über Ein/Aus-Signale Kann Wechselrichter/Ladegeräte, Solarladegeräte und ausgewählte DC- und AC-Ladegeräte über DVCC steuern. Erzeugt ein Voralarmsignal 500-A- oder 1000-A-Schütz zum Trennen des Pluspols des Systems Batteriemonitor Bluetooth Wird zur Verbindung mit einem GX-Gerät über VE.Can verwendet Kombinierbar mit allen Lynx M10-Sammelschienenprodukten Ferngesteuertes Schalten (Ein/Aus/Standby) über die VictronConnect App oder ein GX-Gerät Im Plus- und Minuspol des Systems installiert Sofortige Anzeige über Bluetooth	Größere Systeme mit digitaler Integration oder wenn ein eingebautes Sicherheitsrelais erforderlich ist Auch Systeme mit Wechselrichtern/Ladegeräten, wenn ein GX-Gerät vorhanden ist
 VE.Bus BMS NG	12, 24 oder 48V	Steuert MultiPlus oder Quattro über VE.Bus Steuert Lasten und Ladegeräte über Ein/Aus-Signale Bluetooth Sofortige Anzeige über Bluetooth Erzeugt ein Voralarmsignal Anschlüsse zum ferngesteuerten Ein-/Ausschalten Anschluss für Fernbedienungspaneel zur Kommunikation mit einem GX-Gerät oder DMC zur Steuerung des Schaltzustands des Wechselrichters/Ladegeräts (Ein / Aus / nur Ladegerät) Klemmen für Zusatzeingänge und -ausgänge für die Stromversorgung eines GX-Geräts	Systeme mit VE.Bus-Wechselrichtern/Ladegeräten

3.3.1. Das Lynx Smart BMS NG

Das Lynx Smart BMS NG wird in mittleren bis großen Systemen eingesetzt, die Gleichstromlasten und Wechselstromlasten über Wechselrichter oder Wechselrichter/Ladegeräte enthalten, zum Beispiel auf Yachten oder in Freizeitfahrzeugen. Dieses BMS ist mit einem Schütz ausgestattet, das das Gleichstromsystem trennt, den Kontakten „Last trennen“, „Laden trennen“ und „Voralarm“ und einem Batteriemonitor. Darüber hinaus kann es an ein GX-Gerät angeschlossen werden und kompatible Victron Energy-Geräte über DVCC steuern.

- Im Falle einer niedrigen Zellenspannung sendet das BMS ein „Lasttrennsignal“, um die Last(en) abzuschalten.
- Bevor eine Last abgeschaltet wird, sendet es ein Voralarmsignal, das auf eine drohende niedrige Zellenspannung hindeutet.
- Im Falle einer hohen Zellenspannung oder einer niedrigen oder hohen Zellentemperatur sendet das BMS ein „Laden trennen“-Signal, um das/die Ladegerät(e) auszuschalten.
- Wenn die Batterien noch weiter entladen (oder überladen) werden, öffnet sich das Schütz und schaltet das Gleichstromsystem ab, um die Batterien zu schützen.

Für weitere Informationen siehe das Handbuch für Lynx Smart BMS NG, das Sie auf der [Produktseite des Lynx Smart BMS](#) finden.



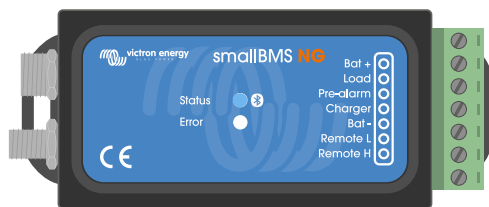
Das Lynx Smart BMS NG schaltet Lasten und Ladegeräte über die Signale „Last trennen“ und „Laden trennen“ ab und steuert den Wechselrichter/Ladegerät über ein GX-Gerät. Sollte die Batterie noch weiter entladen werden, trennt das BMS die Batterie vom Gleichstromsystem.

3.3.2. Das smallBMS NG

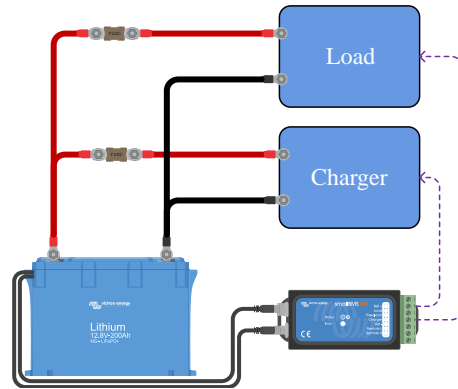
Das smallBMS NG ist mit einer „Lasttrennung“, einer „Ladetrennung“ und einem Voralarmkontakt ausgestattet.

- Im Falle einer niedrigen Zellenspannung sendet das smallBMS NG ein „Lasttrennsignal“, um die Last(en) abzuschalten.
- Bevor die Last abgeschaltet wird, sendet es ein Voralarmsignal, das auf eine bevorstehende niedrige Zellenspannung hinweist.
- Bei zu hoher Zellenspannung oder zu niedriger bzw. zu hoher Batterietemperatur sendet das smallBMS NG ein „Ladungstrennungssignal“, um das/die Ladegerät(e) abzuschalten.

Weitere Informationen finden Sie auf der [smallBMS NG-Produktseite](#).



Das smallBMS NG



Das smallBMS NG steuert Lasten und Ladegeräte über die Signale „Last trennen“ und „Laden trennen“

3.3.3. Das VE.Bus BMS V2

Das VE.Bus BMS NG ist ein Batteriemanagementsystem (BMS), das speziell für Victron Energy Lithium-NG-Batterien konzipiert ist (nicht zu verwechseln mit Lithium-Smart-Batterien ohne NG-Bezeichnung). Bei diesen Batterien handelt es sich um LiFePO₄-Batterien, die mit 12,8 V, 25,6 V und 51,2 V sowie mit verschiedenen Kapazitäten erhältlich sind.

Das VE.Bus BMS NG ist für den Anschluss und den Schutz von Victron Lithium NG-Batterien in Systemen bestimmt, die ein Victron VE.Bus Wechselrichter/Ladegerät oder einen VE.Bus Wechselrichter enthalten. Es beruht auf diesem Anschluss, um wichtige Funktionen wie das Aktivieren/Deaktivieren von Aufladung und Entladung auf der Grundlage von Batteriebedingungen durchzuführen.

Genau wie das smallBMS NG verfügt auch dieses Gerät über die Kontakte „Last trennen“, „Laden trennen“ und „Voralarm“.

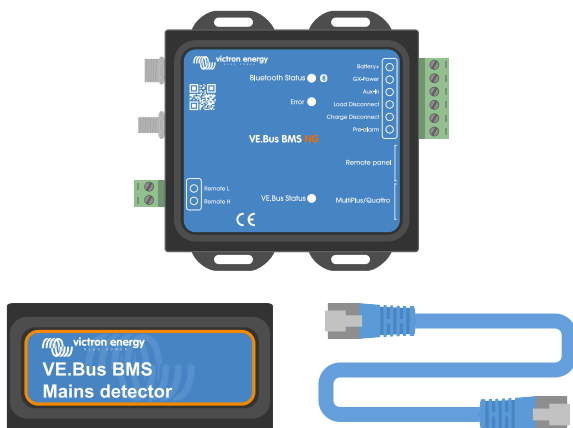
- Im Falle einer niedrigen Zellenspannung sendet das VE.Bus BMS V2 ein „Lasttrennsignal“, um die Lasten abzuschalten und deaktiviert außerdem die Umkehrung des Wechselrichters/Ladegeräts über die VE.Bus-Kommunikation.
- Vor dem Abschalten von Lasten sendet es ein Voralarmsignal, das vor einer bevorstehenden niedrigen Zellenspannung warnt.
- Bei einer hohen Zellspannung oder einer zu hohen/niedrigen Batterietemperatur sendet das VE.Bus BMS NG ein Signal „Laden trennen“, um das/die Ladegerät(e) auszuschalten, und deaktiviert außerdem das Ladegerät des Wechselrichters/Ladegeräts.

Ein Netzdetektor und ein kurzes RJ45-UTP-Kabel werden zusammen mit dem VE.Bus BMS V2 geliefert. Diese werden für die Netzerkennung benötigt, sobald der Wechselrichter/Ladegerät vom BMS ausgeschaltet wurde.

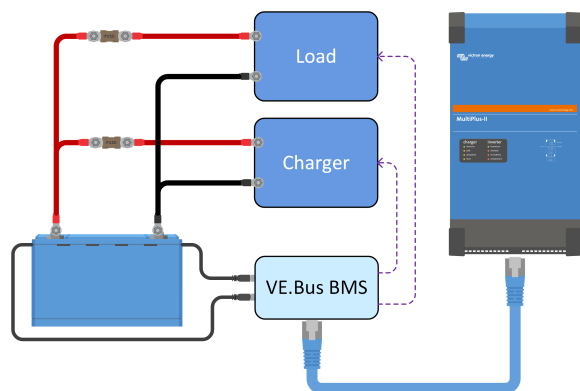


Der Netzdetektor wird für die Wechselrichter/Ladegeräte der Serien MultiPlus-II und Quattro-II nicht benötigt.

Weitere Informationen finden Sie im Handbuch für VE.Bus BMS NG, das Sie auf der [Produktseite des VE.Bus BMS NG](#) finden.



VE.Bus BMS NG, VE.Bus-BMS-Netzdetektor und RJ45-UTP-Kabel



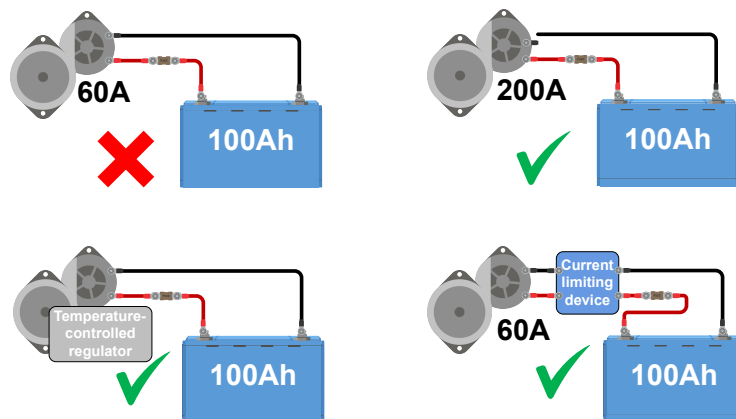
Das VE.Bus BMS V2 schaltet Lasten und Ladegeräte über „Last trennen“ und „Laden trennen“ aus und steuert den Wechselrichter/Ladegerät

3.4. Aufladen von einer Lichtmaschine

Im Vergleich zu Blei-Säure-Batterien haben Lithium-Batterien einen sehr geringen Innenwiderstand. Sie vertragen einen höheren Ladestrom als Blei-Säure-Batterien. Aus diesem Grund ist besondere Vorsicht geboten, wenn Lithiumbatterien über eine Lichtmaschine geladen werden.

1. Stellen Sie sicher, dass die Stromstärke der Lichtmaschine mindestens doppelt so hoch ist wie die Kapazität der Batterie. Zum Beispiel kann eine 400-A-Lichtmaschine sicher an eine 200-Ah-Batterie angeschlossen werden.
2. Verwenden Sie einen Wechselstromgenerator, der mit einem temperaturgesteuerten Generatorregler ausgestattet ist. Dies verhindert eine Überhitzung des Wechselstromgenerators.
3. Verwenden Sie ein Strombegrenzungsgerät wie ein [DC-DC-Ladegerät](#) oder einen [DC-DC-Konverter](#) zwischen der Lichtmaschine und der Starterbatterie.

Weitere Informationen zum Aufladen von Lithiumbatterien mit einer Lichtmaschine finden Sie im [Blog](#) und im [Video zum Aufladen von Lithiumbatterien mit einer Lichtmaschine](#).



Aufladen der Lichtmaschine

3.5. Batterieüberwachung

Gängige Batterieparameter wie Batteriespannung, Batterietemperatur, Batteriestrom und Zellspannungen können über Bluetooth mit der VictronConnect App über das BMS ausgelesen werden. Wird ein GX-Gerät (mit Internet) in Verbindung mit einem Lynx Smart BMS NG verwendet, werden die Daten auch auf dem VRM-Portal zur Verfügung gestellt.

Wenn Sie aus irgendeinem Grund einen zusätzlichen Batteriemonitor im System verwenden, stellen Sie sicher, dass die folgenden Einstellungen vorgenommen werden, damit die Berechnung des SoC-Werts und der geladenen und entladenen Energie korrekt erfolgt:

- Setzen Sie den Ladewirkungsgrad auf 99 %
- Setzen Sie den Peukert-Exponenten auf 1,05

Stellen Sie außerdem sicher, dass der externe Batteriemonitor über die Klemme für die Last des BMS und nicht direkt über die Batterie mit Strom versorgt wird, um eine versehentliche Entladung der Batterie zu verhindern.

Weitere Informationen zu Batteriemonitoren finden Sie auf der Produktseite des [Batteriemonitors](#).

4. Installation

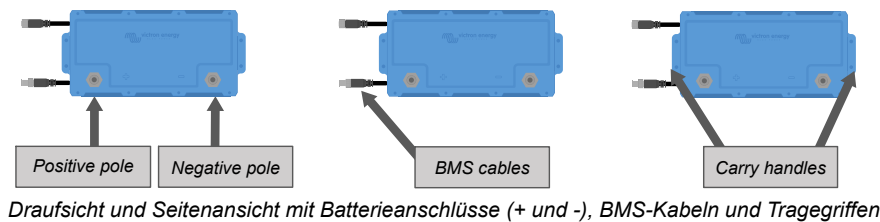
4.1. Auspacken und Handhabung der Batterie

Seien Sie beim Auspacken der Batterie vorsichtig. Batterien sind schwer. Heben Sie die Batterie nicht an den Anschlüssen oder den BMS-Kabeln an. Die Batterie hat zwei Tragegriffe auf beiden Seiten. Das Gewicht der Batterie finden Sie im Kapitel [Technische Daten](#) [34].

Machen Sie sich mit der Batterie vertraut. Auf der Oberseite sind die Hauptklemmen der Batterie mit einem „+“-Symbol für den Pluspol und einem „-“-Symbol für den Minuspol versehen, um die richtige Polarität zu gewährleisten.

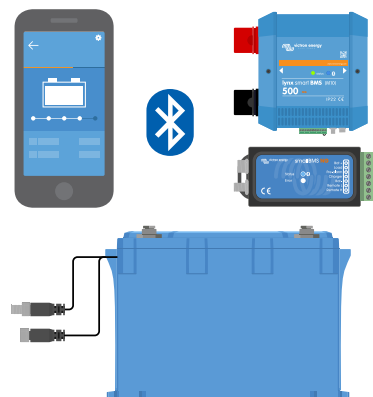
Jede Batterie verfügt über zwei BMS-Kabel für die Kommunikation mit dem BMS. Ein Kabel hat einen 3-poligen Stecker und das andere einen 3-poligen Buchsenstecker. Je nach Batteriemodell befinden sich die BMS-Kabel auf einer Seite der Batterie oder auf zwei gegenüberliegenden Seiten der Batterie.

Achten Sie darauf, dass die BMS-Kabel beim Umgang mit der Batterie nicht eingeklemmt oder beschädigt werden.



4.2. Laden Sie die VictronConnect-App herunter und installieren Sie sie

Laden Sie die VictronConnect-App für Android, iOS oder macOS aus den jeweiligen App Stores herunter. Weitere Informationen über die App finden Sie auf der Produktseite von [VictronConnect](#).




4.2.1. Aktualisieren der Batterie- und BMS-Firmware

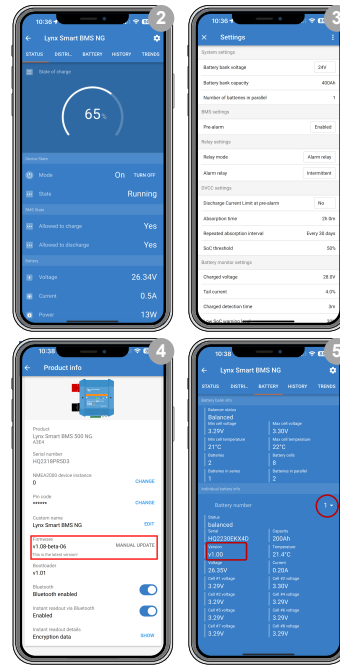
Bei einer Aktualisierung der BMS-Firmware wird auch die Firmware der Batterie automatisch aktualisiert. Dies geschieht entweder über die VictronConnect App oder im Falle eines Lynx Smart BMS NG in Verbindung mit einem GX-Gerät über das VRM-Portal. Stellen Sie außerdem sicher, dass Sie über die neueste VictronConnect-Version verfügen. Dadurch wird sichergestellt, dass die neueste Version der Batterie- und BMS-Firmware verfügbar ist.

VictronConnect fragt möglicherweise bei der ersten Verbindung, ob die Firmware aktualisiert werden soll. Lassen Sie ein Firmware-Update durchführen, wenn dies der Fall ist.

Falls zu einem späteren Zeitpunkt eine oder mehrere Batterien zum System hinzugefügt werden, wird die Firmware der Batterie automatisch vom BMS aktualisiert.

Gehen Sie wie folgt vor, um die Version der Batterie und der BMS-Firmware zu überprüfen:

1. Stellen Sie die Verbindung zum BMS über die VictronConnect App her.
2. Klicken Sie auf das Zahnradsymbol oben rechts, um zur Einstellungsseite zu gelangen.
3. Klicken Sie auf der Einstellungsseite auf das Optionssymbol , um zur Produktinformationsseite zu gelangen.
4. Prüfen Sie, ob Sie die neueste Firmware verwenden und achten Sie auf den Text: „This is the latest version“ (Dies ist die neueste Version).
5. Um die aktuelle Firmware-Version der Batterie anzuzeigen, kehren Sie zur Einstellungsseite zurück und klicken Sie auf die Registerkarte Batterie. Falls mehr als eine Batterie installiert ist, wählen Sie die Batterie aus, indem Sie auf die Nummer der Batterie (roter Kreis) klicken.
6. Wenn das BMS nicht über die aktuellste Firmware verfügt, führen Sie eine Firmware-Aktualisierung durch. Weitere Informationen finden Sie im Handbuch des BMS.



4.3. Batterien vor Gebrauch aufladen

4.3.1. Warum Batterien vor dem Gebrauch aufladen?

Dieser Abschnitt gilt nur, wenn Sie Batterien in Reihe schalten möchten.

Lithium-Batterien sind bei der Auslieferung ab Werk nur zu etwa 50 % aufgeladen. Dies ist eine Anforderung der Transportsicherheit. Aufgrund von Unterschieden bei den Transportstrecken und der Lagerung haben die Batterien jedoch nicht immer den gleichen Ladungszustand, wenn sie installiert werden.

Wenn Sie neue Batterien einzeln aufladen, bevor Sie sie in Reihe schalten, verkürzt sich die Ladezeit.

Das integrierte System für den Zellausgleich ist nur in der Lage, kleine Unterschiede im Ladezustand der einzelnen Batterien zu korrigieren. Neue Batterien können große Unterschiede im Ladezustand aufweisen, die nicht korrigiert werden können, wenn sie auf diese Weise installiert werden, insbesondere wenn sie in Reihe geschaltet sind. Bitte beachten Sie, dass Unterschiede im Ladezustand zwischen Batterien nicht dasselbe sind wie Unausgeglichenheiten zwischen Zellspannungen innerhalb einer Batterie. Dies liegt daran, dass die Schaltkreise für den Zellausgleich in einer Batterie die Zellen in einer anderen Batterie nicht beeinflussen können.

4.3.2. So lädt man Batterien vor dem Gebrauch auf



Verwenden Sie immer ein BMS-gesteuertes Ladegerät, wenn Sie Lithiumbatterien einzeln aufladen.

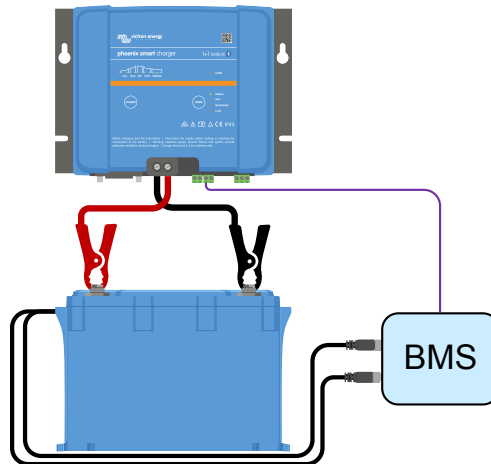
Verfahren zur Erstladung:

1. Wenn eine Batteriebank aus Batterien besteht, die in Reihe geschaltet sind, um eine Bank mit höherer Spannung zu bilden, muss jede Batterie zunächst einzeln geladen werden. Verwenden Sie ein spezielles Ladegerät oder einen Wechselrichter/Ladegerät mit BMS, um die Erstladung durchzuführen.
Nur eine einzelne Batterie oder eine Reihe parallel geschalteter Batterien kann als Einheit geladen werden.
Anweisungen zur Einrichtung finden Sie im BMS-Handbuch.
2. Stellen Sie das Ladegerät auf das im Abschnitt [Aufladen der Batterie und empfohlene Ladeeinstellungen \[19\]](#) angegebene Ladeprofil ein.
3. Stellen Sie sicher, dass die Batterie, das BMS und das Ladegerät miteinander kommunizieren. Prüfen Sie dies, indem Sie eines der Batterie-BMS-Kabel vom BMS abziehen und überprüfen, ob sich das Ladegerät ausschaltet. Schließen Sie dann das BMS-Kabel wieder an und überprüfen Sie, ob sich das Ladegerät wieder einschaltet.

4. Schalten Sie das Ladegerät ein und überprüfen Sie, ob das Ladegerät die Batterie lädt.

Beachten Sie, dass das BMS das Ladegerät wiederholt aus- und einschalten kann, wenn während des Ladevorgangs eine Unausgeglichenheit zwischen den Batteriezellen auftritt. Möglicherweise stellen Sie fest, dass das Ladegerät für einige Minuten ausgeschaltet und dann für kurze Zeit wieder eingeschaltet wird, bevor es erneut ausgeschaltet wird. Lassen Sie sich davon nicht beunruhigen; dieses Muster wiederholt sich, bis die Zellen ausgeglichen sind. Wenn die Zellen ausgeglichen sind, schaltet sich das Ladegerät erst aus, wenn die Batterie vollständig geladen ist.

5. Die Batterie ist vollständig aufgeladen, wenn das Batterieladegerät die Ladeerhaltungsphase erreicht hat und der Batteriezellenstatus der VictoryConnect App „Ausgeglichen“ lautet. Lautet der Batteriezellenstatus „Unbekannt“ oder „Unausgeglichen“, wird das Batterieladegerät mehrmals neu gestartet, bis der Status „Ausgeglichen“ lautet.



Erstaufladung mit einem BMS

4.4. Montage

Die Montage muss die folgenden Anforderungen erfüllen:

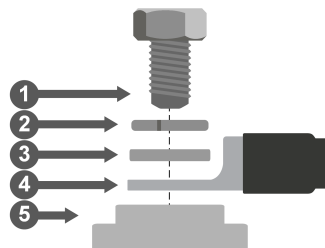
1. Die Batterie kann aufrecht oder seitlich montiert werden, jedoch nicht mit den Batterieanschlüssen nach unten.
2. Die Batterie ist nur für den Gebrauch in Innenräumen geeignet und muss an einem trockenen Ort installiert werden.
3. Batterien sind schwer. Wenn Sie die Batterie an ihren Bestimmungsort bringen, verwenden Sie für den Transport geeignete Handhabungsgeräte.
4. Sorgen Sie für eine angemessene und sichere Befestigung, da die Batterie bei einem Autounfall zu einem Geschoss werden kann.
5. Batterien erzeugen eine gewisse Wärme, wenn sie geladen oder entladen werden. Halten Sie zur Belüftung auf allen vier Seiten der Batterie einen Abstand von 20 mm ein.

4.5. Batteriekabel anschließen

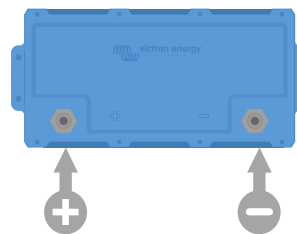
Beachten Sie die Polarität der Batteriepole, wenn Sie die Batteriepole an ein Gleichstromsystem oder an andere Batterien anbringen. Achten Sie darauf, dass die Batterieanschlüsse nicht kurzgeschlossen werden.

Schließen Sie die Kabel wie in der Abbildung dargestellt an:

1. Schraube
2. Federunterlegscheibe
3. Unterlegscheibe
4. Kabelschuh
5. Batterieanschluss



Anschluss der Batteriekabel



Batterieanschlüsse



Ziehen Sie die Schrauben mit einem Drehmoment von 10 Nm an. Verwenden Sie nur isolierte Werkzeuge, die zur Schraubenkopfgröße passen.

4.5.1. Kabelquerschnitt und Sicherungswerte

Verwenden Sie Batteriekabel mit einer Querschnittsfläche, die den zu erwartenden Strömen im Batteriesystem entspricht.

Batterien können sehr große Ströme erzeugen; es ist wichtig, dass alle elektrischen Verbindungen zu einer Batterie abgesichert sind.

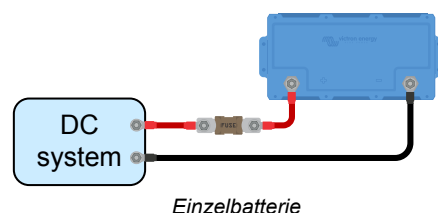
Die Batteriekabel müssen so bemessen sein, dass sie den maximal zu erwartenden Strom des Systems übertragen können, und es muss eine Sicherung verwendet werden, die für die Größe des Batteriekabels geeignet ist.

Weitere Informationen über Kabelquerschnitte, Sicherungstypen und Sicherungswerte finden Sie im [Buch Wiring Unlimited](#).

Der maximale Entladestrom der Batterie ist in der Tabelle [Technische Daten \[34\]](#) aufgeführt. Der Systemstrom und damit der Sicherungsnennwert sollte diesen Nennstrom nicht überschreiten. Die Sicherung muss mit dem niedrigsten Stromwert kompatibel sein, d. h. mit dem Kabelstrom, dem Batteriestrom oder dem Systemstrom.

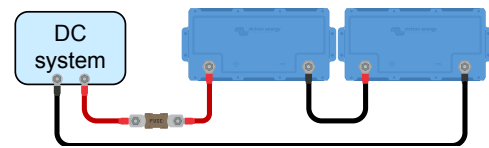
4.5.2. Anschließen einer einzelnen Batterie

- Die Batterie auf dem Pluspol sichern.
- Schließen Sie die Batterie an das Gleichstromsystem an.



4.5.3. Mehrere Batterien in Reihe schalten

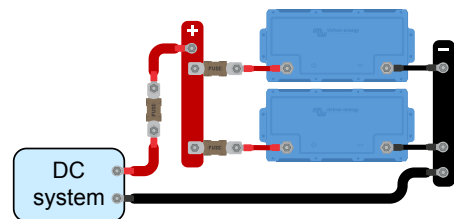
- Jede einzelne Batterie muss vollständig aufgeladen und ausgeglichen worden sein.
- Schließen Sie maximal vier 12,8 V-Batterien oder maximal zwei 25,6 V-Batterien in Reihe an.
- Verbinden Sie den Minuspol mit dem Pluspol der nächsten Batterie.
- Sichern Sie die Serienzeichenfolge auf der positiven Seite.
- Schließen Sie die Batteriebank an das System an.



Mehrere Batterien in Reihe

4.5.4. Parallelschaltung mehrerer Batterien

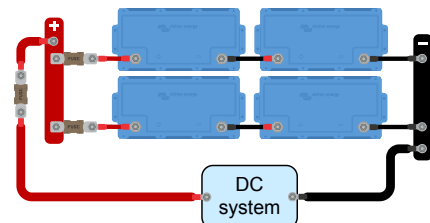
- Insgesamt können 50 Batterien parallel angeschlossen werden.
- Sichern Sie jede Batterie auf der positiven Seite.
- Schließen Sie die Gleichstromsystemkabel diagonal an, um einen gleichmäßigen Strompfad durch jede Batterie zu gewährleisten.
- Achten Sie darauf, dass die Querschnittsfläche des Systemkabels gleich der Querschnittsfläche des Strangkabels mal der Anzahl der Stränge ist.
- Sichern Sie das positive Hauptkabel zur Batteriebank ab.
- Schließen Sie die Batteriebank an das Gleichstromsystem an.
- Weitere Informationen über den Aufbau einer Parallelbatteriebank finden Sie im [Buch Wiring Unlimited](#).



Mehrere Batterien parallel

4.5.5. Anschluss mehrerer Batterien in Reihe/parallel

- Schließen Sie maximal 50 Batterien in einer Parallel-/Reihenschaltung an.
- Jede einzelne Batterie muss vollständig aufgeladen und ausgeglichen worden sein.
- Sichern Sie jeden Reihen-String auf der positiven Seite.
- Verbinden Sie die Mittelpunkte nicht miteinander und schließen Sie nichts anderes an den Mittelpunkten an.
- Schließen Sie die Systemkabel diagonal an, um einen gleichen Strompfad durch jeden Batteriestrang zu gewährleisten.
- Achten Sie darauf, dass die Querschnittsfläche des Systemkabels gleich der Querschnittsfläche des Strangkabels mal der Anzahl der Stränge ist.
- Sichern Sie das positive Hauptkabel zur Batteriebank ab.
- Schließen Sie die Batteriebank an das Gleichstromsystem an.



Mehrere Batterien in Reihe/parallel



Verbinden Sie die Mittelpunkte nicht miteinander und schließen Sie nichts anderes an den Mittelpunkten an

4.5.6. Batteriebänke, die aus verschiedenen Batterien bestehen

Wenn Sie eine Batteriebank konstruieren, sollten idealerweise alle Batterien die gleiche Kapazität, das gleiche Alter und das gleiche Modell haben. Allerdings gibt es Situationen, in denen dies unmöglich ist. Beispielsweise bei einer Kapazitätserweiterung durch das Hinzufügen weiterer Batterien oder wenn Sie eine einzelne Batterie aus einer aus mehreren Batterien bestehenden Bank ersetzen müssen. Befolgen Sie in diesen Fällen die Richtlinien in der folgenden Tabelle.

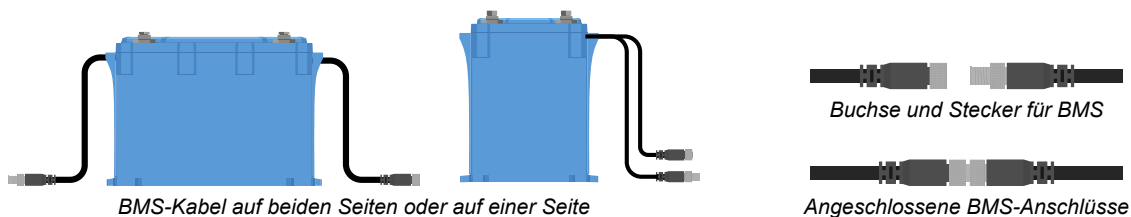
Typ der Batteriebank	Verschiedene Kapazitäten möglich?	Verschiedene Altersklassen möglich?
Parallel	Ja	Ja
Reihe	Nein ¹⁾	Ja ²⁾
Reihe/parallel – innerhalb einer Reihenschaltung	Nein ¹⁾	Ja ²⁾
Reihe/parallel – falls eine ganze Reihenschaltung ersetzt oder hinzugefügt wird	Ja	Ja
¹⁾ Alle Batterien müssen die gleiche Nennkapazität und die gleiche Teilenummer haben		
²⁾ Der Altersunterschied sollte nicht mehr als 3 Jahre betragen		

Hintergrundinformationen:

Da alte Batterien eine geringere Kapazität haben, führt der Anschluss in Reihe mit neuen Batterien oder der Anschluss von Batterien unterschiedlicher Kapazität in Reihe zu einer Unausgeglichenheit zwischen den Batterien. Diese Unausgeglichenheit wird mit der Zeit zunehmen und zu einer Verringerung der Gesamtkapazität der Batteriebank führen. Theoretisch würde die Batterie mit der geringsten Kapazität die Gesamtkapazität eines Reihenstrangs bestimmen, aber in der Realität wird die Gesamtkapazität des Reihenstrangs mit der Zeit weiter abnehmen. Wenn beispielsweise eine 50 Ah-Batterie mit einer 100 Ah-Batterie in Reihe geschaltet ist, beträgt die Gesamtkapazität des Strangs 50 Ah. Im Laufe der Zeit kommt es jedoch zu einer Unausgeglichenheit der Batterien, und wenn die Unausgeglichenheit, sagen wir, 10 Ah erreicht hat, beträgt die Gesamtkapazität der Batterie 50 Ah - 10 Ah = 40 Ah. Die Zellen der vollsten Batterie werden während des Ladens eine Überspannung aufweisen, während sie nicht in der Lage sind, die überschüssige Spannung an die anderen Batteriezellen weiterzuleiten. Das BMS wird ständig eingreifen, was dazu führt, dass die leerste Batterie zu tief entladen und die vollste Batterie überladen wird.

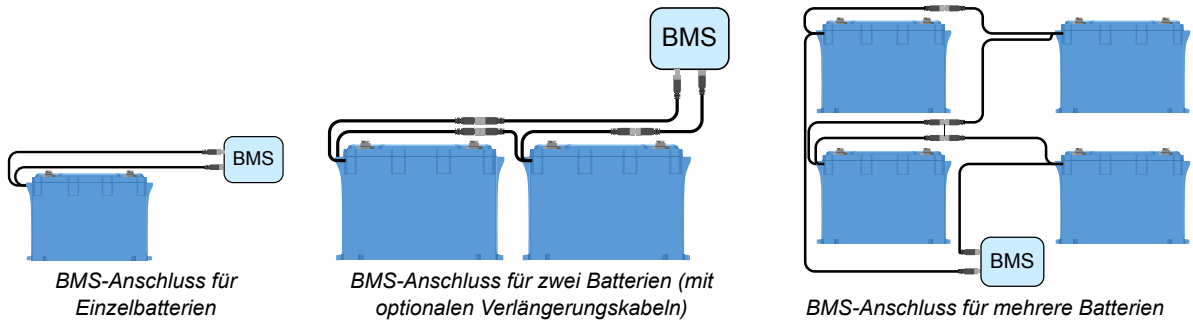
4.6. Anschließen des BMS

Jede Batterie verfügt über zwei BMS-Kabel mit M8-Stecker und M8-Buchse, die mit dem BMS verbunden werden müssen.



So schließen Sie die Kabel an:

- Schließen Sie bei einer Einzelbatterie beide Kabel an das BMS an.
- Verbinden Sie bei mehreren Batterien jede Batterie untereinander (Daisy Chain) und schließen das erste und letzte Kabel an das BMS an. Die Batterien können in beliebiger Reihenfolge zusammengeschaltet werden.
- Verwenden Sie die optionalen Verlängerungskabel, wenn das BMS zu weit entfernt ist, um die Kabel zu erreichen. Die Verlängerungskabel sind in verschiedenen Längen erhältlich. Weitere Informationen finden Sie auf der [Produktseite des Verlängerungskabels](#).



4.7. Ladegeräteinstellungen

Die empfohlenen Ladeparameter für die Ladequellen sind:

- **Für 12,8-V-Modelle:** 14,2 V Konstantspannung, 2 Stunden Konstantspannungsdauer und 13,5 V Erhaltungsspannung
- **Für 25,6-V-Modelle:** 28,4 V Konstantspannung, 2 Stunden Konstantspannungsdauer und 27,0 V Erhaltungsspannung
- **Für das 51,2-V-Modell:** 56,8 V Konstantspannung, 2 Stunden Konstantspannungsdauer und 54,0 V Erhaltungsspannung

Die empfohlenen Ladeströme entnehmen Sie bitte dem Kapitel [Aufladen der Batterie und empfohlene Ladeeinstellungen](#) [19] und der Tabelle im Kapitel [Technische Daten](#) [34].

Für weitere Informationen zu den Ladeeinstellungen der einzelnen Ladegeräte oder Wechselrichter/Ladegeräte lesen Sie bitte die Handbücher auf der jeweiligen Produktseite.

Bei DVCC-gesteuerten Wechselrichtern/Ladegeräten und Ladegeräten wie dem Orion XS und MPPT-Solarladegeräten ist eine Anpassung der Ladespannung nicht erforderlich. Diese Einstellung erfolgt automatisch und unterscheidet sich geringfügig von einer manuellen Einstellung. Für weitere Informationen über DVCC sehen Sie bitte in Ihrem Handbuch für das GX-Gerät auf der entsprechenden [Produktseite](#) nach.

4.8. Inbetriebnahme

Nachdem alle Verbindungen hergestellt sind, muss die Systemverkabelung überprüft, das System eingeschaltet und die Funktionalität des BMS überprüft werden. Befolgen Sie diese Checkliste:

- | | |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | Prüfen Sie die Polarität aller Batteriekabel. |
| <input type="checkbox"/> | Prüfen Sie den Querschnitt aller Batteriekabel. |
| <input type="checkbox"/> | Prüfen Sie, ob alle Kabelschuhe der Batterie richtig gecrimpt sind. |
| <input type="checkbox"/> | Prüfen Sie, ob alle Anschlüsse der Batteriekabel fest sind (maximales Drehmoment nicht überschreiten). |
| <input type="checkbox"/> | Ziehen Sie leicht an jedem Batteriekabel und prüfen Sie, ob die Verbindungen fest sind. |
| <input type="checkbox"/> | Überprüfen Sie alle BMS-Kabelanschlüsse und stellen Sie sicher, dass die Schraubringe der Anschlüsse ganz nach unten geschraubt sind. |
| <input type="checkbox"/> | Schließen Sie das positive und negative Gleichstromkabel des Systems an die Batterie (oder die Batteriebank) an. |
| <input type="checkbox"/> | Prüfen Sie den Nennwert der Strangsicherung(en) (falls zutreffend). |
| <input type="checkbox"/> | Installieren Sie die Strangsicherung(en) (falls zutreffend). |
| <input type="checkbox"/> | Prüfen Sie den Nennwert der Hauptsicherung. |
| <input type="checkbox"/> | Installieren Sie die Hauptsicherung. |
| <input type="checkbox"/> | Prüfen Sie, ob alle Batterieladequellen auf die richtigen Ladeeinstellungen eingestellt sind. |
| <input type="checkbox"/> | Schalten Sie alle Batterieladegeräte und alle Lasten ein. |
| <input type="checkbox"/> | Prüfen Sie, ob das BMS eingeschaltet ist. |
| <input type="checkbox"/> | Trennen Sie ein beliebiges BMS-Kabel und überprüfen Sie, ob das BMS alle Ladequellen und alle Lasten abschaltet. |
| <input type="checkbox"/> | Schließen Sie das BMS-Kabel wieder an und prüfen Sie, ob sich alle Ladequellen und Lasten wieder einschalten. |

5. Betrieb

5.1. Überwachung & Steuerung

Ein BMS ist immer Voraussetzung für die Überwachung und Steuerung der Batterie.

Die Parameter der Batterie können auf verschiedene Weise ausgelesen werden:

1. Über Bluetooth mit der [VictronConnect App](#)
2. Über [VictronConnect Remote \(VC-R\)](#): Voraussetzung dafür ist der Anschluss eines GX-Geräts an ein Lynx Smart BMS NG und die Übertragung der Daten an das VRM-Portal.
3. Über das [VRM-Portal](#): Voraussetzung dafür ist der Anschluss eines GX-Geräts an ein Lynx Smart BMS NG und die Übertragung der Daten an das VRM-Portal.

Je nach Übertragungsweg können folgende Parameter ausgelesen werden:

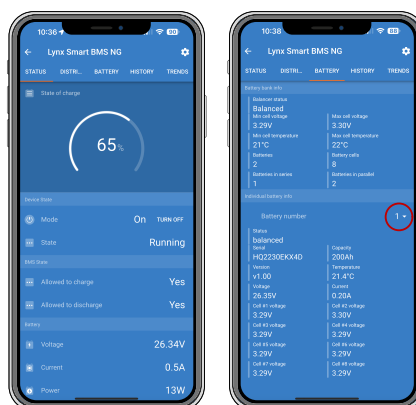
Batterieparameter	Bluetooth	GX-Gerät	VC-R	VRM
Balancer-Status	Ja			
Min. und max. Zellspannung	Ja	Ja	Ja	Ja
Min. und max. Zelltemperatur	Ja	Ja	Ja	Ja
Anzahl der Batterien	Ja	Ja	Ja	Ja
Anzahl der Batteriezellen	Ja	Ja	Ja	Ja
Anzahl der in Reihe geschalteten Batterien	Ja	Ja	Ja	Ja
Anzahl der parallel geschalteten Batterien	Ja	Ja	Ja	Ja
Seriennummer	Ja	Nein	Nein	Nein
Kapazität	Ja	Nein	Nein	Nein
Firmware-Version	Ja	Nein	Nein	Nein
Batteriespannung	Ja	Ja	Ja	Ja
Batterietemperatur	Ja	Ja	Ja	Ja
Batteriestrom	Ja	Nein	Nein	Nein
Spannung der einzelnen Zellen	Ja	Nein	Nein	Nein

5.1.1. Überwachung der Batterie über VictronConnect

Die VictronConnect App kann zur Überwachung der Batterie über Bluetooth oder VC-R verwendet werden. In der Tabelle im vorherigen Abschnitt sind die verfügbaren Parameter für jeden Anschluss aufgeführt.

Gehen Sie wie folgt vor, um die Parameter der Batterie zu überprüfen

1. Öffnen Sie die VictoryConnect App und tippen Sie in der Geräteliste auf das BMS, das mit der Batterie verbunden ist.
2. Tippen Sie auf die Registerkarte Batterie, um alle Parameter der Batterie anzuzeigen.
3. Jede Batterie hat ihre eigene Seite, die Sie über den mit einem roten Kreis markierten Auswahlwechsler für Batterien auswählen können.



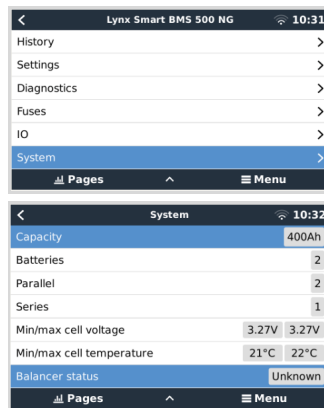
Beachten Sie, dass Warn-, Alarm- oder Fehlermeldungen nur angezeigt werden, wenn eine aktive Verbindung zur Batterie über VictronConnect besteht. Die App ist weder im Hintergrund noch bei ausgeschaltetem Bildschirm aktiv.

5.1.2. Überwachung der Batterie über ein GX-Gerät

Die Batterieparameter können auch mit einem GX-Gerät über die Remote Console in Verbindung mit einem Lynx Smart BMS NG ausgelesen werden. In der Tabelle im vorherigen Abschnitt sind die verfügbaren Parameter für jeden Anschluss aufgeführt.

Gehen Sie wie folgt vor, um die Parameter der Batterie zu überprüfen

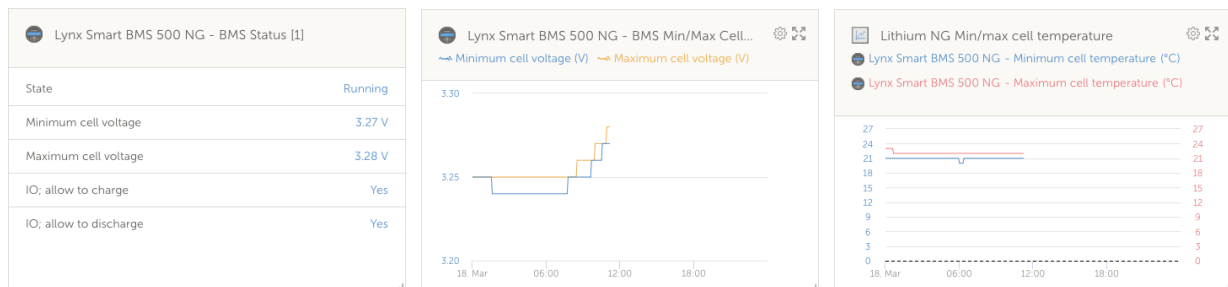
1. Öffnen Sie die Remote Console und klicken Sie in der Geräteliste auf Lynx Smart BMS NG.
2. Scrollen Sie nach unten zu „System“ und öffnen Sie das Untermenü, indem Sie darauf klicken, um alle verfügbaren Parameter der Batterie anzuzeigen.



5.1.3. Überwachung der Batterie über das VRM-Portal

Die Batterieparameter können auch über das VRM-Portal ausgelesen werden (Voraussetzung ist ein GX-Gerät in Verbindung mit einem Lynx Smart BMS NG, das seine Daten an VRM überträgt). In der Tabelle im vorherigen Abschnitt sind die verfügbaren Parameter für jeden Anschluss aufgeführt.

Die Parameter der Batterie können über die Registerkarte „Erweitert“ angezeigt werden. Für weitere Informationen lesen Sie bitte unsere [Dokumentation zum VRM-Portal](#).



5.2. Batterie laden und entladen

Dieses Kapitel beschreibt den Lade-, Entlade- und Zellausgleichsprozess ausführlicher für diejenigen, die sich für den technischen Hintergrund interessieren.

5.2.1. Aufladen der Batterie und empfohlene Ladeeinstellungen

Empfohlene Batterieladegeräte

Stellen Sie sicher, dass Ihr Ladegerät den richtigen Strom und die richtige Spannung für die Batterie liefert. Verwenden Sie also kein 24 Volt-Ladegerät für eine 12 Volt-Batterie.

Es wird außerdem empfohlen, dass das Ladegerät über ein Ladeprofil / einen Ladealgorithmus verfügt, das/der der Chemie der Batterie (LiFePO₄) entspricht, oder über ein benutzerdefiniertes Profil, das an die entsprechenden Ladeparameter der Lithium-Batterie angepasst werden kann. Alle Victron-Ladegeräte ([Wechselstromladegeräte](#) einschließlich [Wechselrichter/Ladegeräte](#), [Solarladegeräte](#) und [DC-DC-Ladegeräte](#)) haben diese voreingestellten Ladeprofile integriert. Stellen Sie sicher, dass dieses Profil ausgewählt ist. Siehe auch die jeweiligen Handbücher der Ladegeräte.

Empfohlene Ladegeräteinstellungen

Die wichtigsten Ladeparameter sind Konstantspannung, Konstantspannungsdauer und Erhaltungsspannung.

- **Konstantspannung:** 14,2 V für eine 12,8-V-Lithium-Batterie (28,4 V / 56,8 V für ein 24-V- oder 48-V-System)
- **Konstantspannungsdauer:** Wir empfehlen eine Konstantspannungsdauer von mindestens 2 Stunden pro Monat für wenig zyklisch betriebene Systeme, wie z. B. Backup- oder USV-Anwendungen, und 2 bis 4 Stunden pro Monat für stärker zyklisch betriebene Systeme (netzunabhängig oder ESS). Dadurch hat der Balancer genügend Zeit, um die Zellen richtig auszugleichen.

- **Erhaltungsspannung:** 13,5 V für eine 12,8-V-Lithium-Batterie (27 V / 54 V für ein 24-V- oder 48-V-System)

Einige Ladeprofile bieten einen Speichermodus. Für eine Lithium-Batterie ist dies nicht erforderlich, aber wenn das Ladegerät über einen Speichermodus verfügt, stellen Sie diesen auf den gleichen Wert wie die Erhaltungsspannung ein.

Einige Ladegeräte verfügen über eine Massespannungseinstellung. Ist dies der Fall, stellen Sie die Massespannung auf denselben Wert wie die Konstantspannung ein.

Eine temperaturkompensierte Ladung ist für Lithium-Batterien nicht erforderlich; deaktivieren Sie die Temperaturkompensation oder stellen Sie die Temperaturkompensation in Ihren Batterieladegeräten auf 0 mV/°C ein.

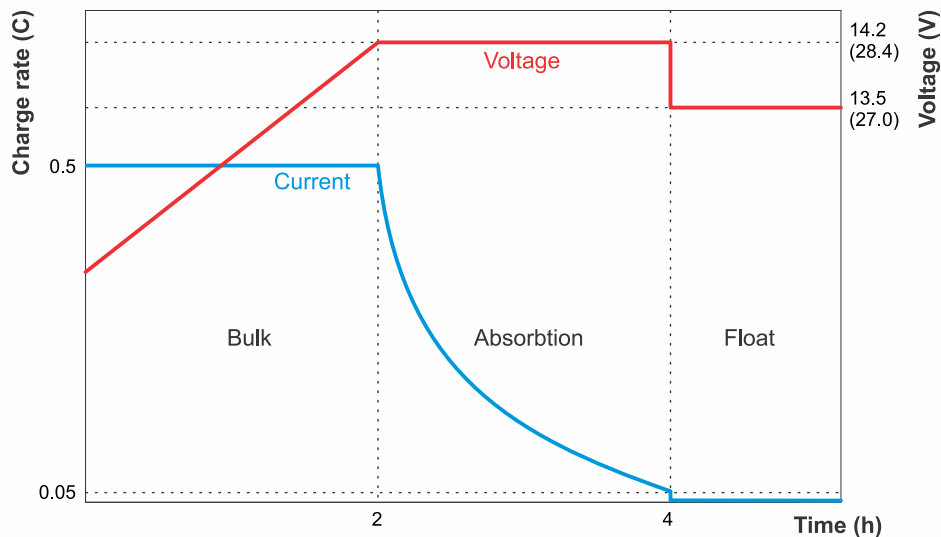
Empfohlener Ladestrom

Auch wenn die Batterie mit einem viel höheren Ladestrom geladen werden kann (siehe [Technische Daten \[34\]](#) für den maximalen fortlaufenden Ladestrom), empfehlen wir einen Ladestrom von 0,5C, mit dem eine völlig leere Batterie in 2 Stunden vollständig aufgeladen werden kann. Ein Ladestrom von 0,5C für eine 100 Ah-Batterie entspricht einem Ladestrom von 50 A.

Ladeprofil

Ein typisches Ladeprofil, das sich aus den obigen Angaben ergibt, sieht dann wie das nachstehende Diagramm aus:

- Nach dem Start des Ladegeräts dauert es zwei Stunden, bis die Konstantspannung erreicht ist.
- Eine weitere Konstantspannungsdauer von zwei Stunden, damit die Ausgleichsvorrichtung Zeit hat, die Zellen richtig auszugleichen.
- Am Ende der Konstantspannungsdauer wird die Ladespannung auf 13,5 V Erhaltungsspannung reduziert.



Lithiumbatterie-Ladekurve

5.2.2. Entladen

Auch wenn ein BMS verwendet wird, gibt es einige mögliche Szenarien, in denen eine Tiefentladung die Batterie beschädigen kann. Beachten Sie unbedingt die folgende Warnung.



Lithium-Batterien sind teuer und können durch ein zu tiefes Entladen oder ein Überladen beschädigt werden.

Es kann zu Beschädigungen aufgrund einer zu tiefen Entladung kommen, wenn kleine Lasten (wie: Alarmsysteme, Relais, der Standby-Ströme bestimmter Lasten, der Rückstromfluss der Batterieladegeräte oder Laderegler) die Batterie langsam entladen, wenn das System nicht in Gebrauch ist.

Eine Abschaltung aufgrund einer niedrigen Zellenspannung durch das BMS sollte immer nur als letztes Mittel eingesetzt werden, um drohende Schäden an der Batterie zu verhindern. Wir empfehlen, es gar nicht erst so weit kommen zu lassen und stattdessen die ferngesteuerte Ein-/Ausschaltfunktion des BMS als Systemein- und -ausschalter zu verwenden, wenn Sie das System längere Zeit unbeaufsichtigt lassen, oder noch besser, einen Batterieschalter zu verwenden, die Batteriesicherung(en) zu lösen oder den Pluspol der Batterie abzuklemmen, wenn das System nicht in Gebrauch ist. Vergewissern Sie sich vorher, dass die Batterie ausreichend geladen ist, damit immer genügend Reservekapazität in der Batterie vorhanden ist.

Ein Entladereststrom ist insbesondere dann gefährlich, wenn das System vollständig entladen wurde und es aufgrund einer niedrigen Zellspannung abgeschaltet wurde. Nach dem Abschalten aufgrund einer niedrigen Zellspannung verbleibt eine Reservekapazität von ungefähr 1 Ah pro 100 Ah Batteriekapazität in der Batterie. Die Batterie wird beschädigt, wenn die verbleibende Kapazitätsreserve aus der Batterie gezogen wird. So kann beispielsweise ein Reststrom von nur 10 mA eine 200-Ah-Batterie beschädigen, wenn das System länger als 8 Tage entladen bleibt.

Wenn eine Niederspannungsabschaltung aufgetreten ist, sind sofortige Maßnahmen (Aufladen der Batterie) erforderlich.

Empfohlener Entladestrom

Überschreiten Sie nicht den maximalen fortlaufenden Entladestrom von $\leq 1C$. Bei Verwendung einer höheren Entladeleistung erzeugt die Batterie mehr Wärme als bei Verwendung einer niedrigen Entladeleistung. Um die Batterien herum ist mehr Belüftungsraum erforderlich, und je nach Installation kann eine Heißluftabsaugung oder eine Zwangsluftkühlung erforderlich sein. Außerdem können einige Zellen schneller als andere die Unterspannungsschwelle erreichen. Dies kann auf eine Kombination aus erhöhter Batterietemperatur und Alterung der Batterie zurückzuführen sein.

Entladungstiefe (Depth of Discharge, DoD)

Die Entladungstiefe hat einen entscheidenden Einfluss auf die Lebensdauer der Lithium-Batterie. Je höher die Entladungstiefe, desto geringer ist die Anzahl der möglichen Ladezyklen. Die mögliche Anzahl der Ladezyklen in Abhängigkeit von der Entladungstiefe entnehmen Sie bitte [Technische Daten \[34\]](#).

Einfluss der Temperatur auf die Batteriekapazität

Die Temperatur beeinflusst die Batteriekapazität. Die Nennkapazitätsdaten des jeweiligen Batteriemodells im Datenblatt basieren auf 25 °C bei einer Entladungsrate von 1C. Diese Zahlen werden bei 0 °C um ~20 % reduziert und sinken bei -20 °C sogar auf ~50 %. Da der SoC jedoch nicht in der Batterie, sondern im Batteriemonitor berechnet wird, der daher nicht den tatsächlichen SoC anzeigt, ist es viel wichtiger, die Batterie- und Zellspannungen beim Entladen bei niedrigen Temperaturen im Auge zu behalten.

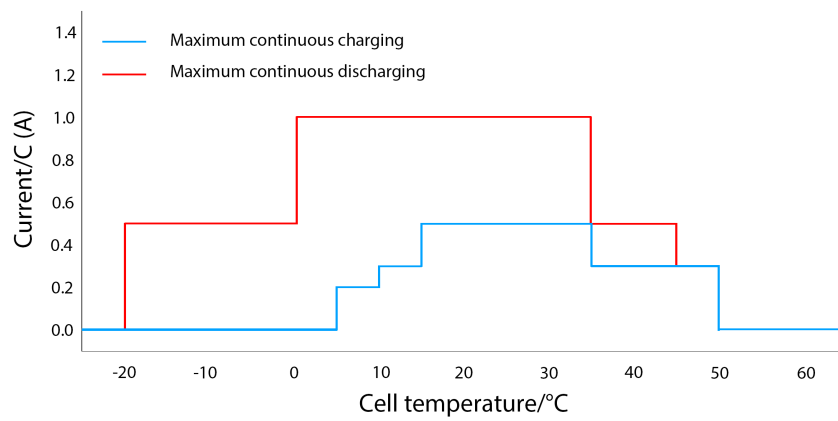
5.3. Beachten Sie die Betriebsbedingungen

Die Betriebsbedingungen für das Laden und Entladen der Batterie müssen ebenfalls beachtet werden. Die Parameter unterscheiden sich je nach Modell der Batterie.

Diese sind im Einzelnen:

- Die Entladung ist nur in einem Temperaturbereich von -20 °C bis +50 °C zulässig. Die Laderate hängt auch von der Batterietemperatur ab. Bei Temperaturen von 0 °C oder darunter muss der Entladestrom auf 0,5 C reduziert werden. Bei Temperaturen über 35 °C muss der Entladestrom ebenfalls reduziert werden. Siehe auch das folgende Diagramm.
Stellen Sie sicher, dass alle Lasten entsprechend abgeschaltet werden, wenn die Temperatur die Grenzwerte überschreitet (idealerweise verfügen die Lasten über eine vom BMS gesteuerte Ein-/Ausschaltung).
- Das Laden der Batterie ist nur in einem Temperaturbereich von +5 °C bis +50 °C zulässig.
Bei Temperaturen unter 15 °C muss der Ladestrom auf maximal 0,3 C reduziert werden. Bei Temperaturen über 35 °C muss der Ladestrom ebenfalls reduziert werden. Siehe auch das Diagramm unten.
Stellen Sie sicher, dass alle Ladegeräte bei Erreichen der Mindesttemperatur abgeschaltet werden (idealerweise verfügt das Ladegerät über eine vom BMS gesteuerte Ein-/Ausschaltung), um ein Laden unter +5 °C oder über 50 °C zu verhindern.

Maximum continuous charge / discharge rate dependent on cell temperature



5.4. Batteriepflege

Wenn die Batterie einmal in Betrieb ist, ist es wichtig, sie richtig zu pflegen, um ihre Lebensdauer zu maximieren.

Dies sind die grundlegenden Richtlinien:

1. Verhindern Sie die vollständige Entladung der Batterie zu jeder Zeit.
2. Machen Sie sich mit der Voralarmfunktion des BMS vertraut und handeln Sie, wenn der Voralarm aktiv ist, um ein Herunterfahren des Systems zu verhindern.
3. Wenn der Voralarm aktiv ist oder das BMS die Lasten deaktiviert hat, stellen Sie sicher, dass die Batterien sofort wieder aufgeladen werden. Minimieren Sie die Zeit, in der sich die Batterien in einem tiefentladenen Zustand befinden.
4. Das BMS stellt sicher, dass die Batterien mindestens einmal im Monat ausreichend lange in Konstantspannung sind, um eine ausreichende Zeit im Zellenausgleichsmodus zu gewährleisten. Unterbrechen Sie den Ladevorgang erst, wenn der Zellenausgleichsstatus für jede einzelne Batterie im System „Ausgeglichen“ anzeigt.
5. Wenn Sie das System längere Zeit unbeaufsichtigt lassen, sollten Sie entweder die Batterien aufgeladen lassen oder sicherstellen, dass sie (fast) vollständig aufgeladen sind, und dann das Gleichstromsystem von der Batterie trennen.

6. Fehlerbehebung & Support

Der erste Schritt bei der Fehlerbehebung sollte darin bestehen, die in diesem Kapitel beschriebenen Schritte für allgemeine Probleme mit der Batterie zu befolgen.

Wenn Sie Probleme mit VictronConnect haben, ziehen Sie zunächst das [Handbuch von VictronConnect](#) zu Rate, insbesondere das Kapitel über die Fehlerbehebung.

Sollte das Problem dadurch nicht behoben werden können, lesen Sie die häufig gestellten Fragen und Antworten zu Ihrem Produkt und fragen Sie die Experten in der [Victron-Community](#). Sollte das Problem weiterhin bestehen, wenden Sie sich an die Verkaufsstelle, um technischen Support zu erhalten. Wenn die Verkaufsstelle unbekannt ist, besuchen Sie die [Victron Energy Support-Webseite](#).

6.1. Batterieprobleme

6.1.1. Zellunausgeglichenheit erkennen

- Das BMS deaktiviert häufig das Ladegerät

Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Batterie unausgeglichen ist. Das Ladegerät wird niemals durch das BMS deaktiviert, wenn die Batterie ausgeglichen ist. Selbst bei voller Ladung lässt das BMS das Ladegerät aktiviert.

- Die Batteriekapazität scheint weniger zu sein als zuvor

Wenn das BMS Lasten viel früher als zuvor deaktiviert, auch wenn die gesamte Batteriespannung noch in Ordnung ist, ist dies ein Hinweis darauf, dass die Batterie unausgeglichen ist.

- Während der Konstantspannungsphase besteht ein deutlicher Unterschied zwischen den einzelnen Zellspannungen

Wenn sich das Ladegerät in der Konstantspannungsphase befindet, sollten alle Zellspannungen gleich sein und zwischen 3,50 V und 3,60 V betragen. Ist das nicht der Fall, ist dies ein Hinweis darauf, dass die Batterie unausgeglichen ist.

- Die Spannung einer Zelle nimmt langsam ab, wenn die Batterie nicht benutzt wird

Dabei handelt es sich nicht um eine Unausgeglichenheit, auch wenn es so erscheinen mag. Ein typisches Beispiel ist, wenn die Batteriezellen anfangs alle die gleiche Spannung aufweisen, aber nach einem Tag oder so, an dem die Batterie nicht benutzt wurde, eine der Zellen um 0,1 bis 0,2 V unter die anderen Zellen gesunken ist. Dies kann nicht durch einen erneuten Zellenausgleich behoben werden, und die Zelle gilt als defekt.

6.1.2. Ursachen für eine Zellunausgeglichenheit oder eine Veränderung der Zellspannungen

1. **Die Batterie war nicht lange genug in der Konstantspannungsladephase.**

Dies kann z. B. in einem System passieren, bei dem nicht genug Solarstrom vorhanden ist, um die Batterie vollständig zu laden. Oder in Systemen, in denen der Generator nicht lange oder häufig genug in Betrieb ist. Während des normalen Betriebs einer Lithiumbatterie treten ständig kleine Unterschiede zwischen den Zellspannungen auf. Diese werden durch geringe Unterschiede im Innenwiderstand und der Selbstentladungsrate der einzelnen Zellen verursacht. Die Konstantspannungsladephase behebt diese kleinen Unterschiede. Wir empfehlen eine Konstantspannungsdauer von mindestens 2 Stunden pro Monat für wenig zyklisch betriebene Systeme, wie z. B. Backup- oder USV-Anwendungen, und 4 bis 8 Stunden pro Monat für stärker zyklisch betriebene Systeme (netzunabhängig oder ESS). So hat die Ausgleichsvorrichtung genügend Zeit, um die Ausgeglichenheit der Zellen zu gewährleisten.

2. **Die Batterie erreicht nie die Ladeerhaltungsphase (oder Lagerungsphase).**

Auf die Konstantspannungsphase (oder Speicherungsphase) folgt die Ladeerhaltungsphase. In dieser Phase sinkt die Ladespannung auf 13,5 V (in einem 12-V-System), und die Batterie kann als voll angesehen werden. Wenn das Ladegerät nie in diese Phase eintritt, kann dies ein Zeichen dafür sein, dass die Konstantspannungsphase nicht abgeschlossen wurde (siehe vorherigen Punkt). Das Ladegerät sollte mindestens einmal im Monat diese Phase erreichen. Dies ist auch für die Synchronisierung des Ladezustands (SoC) der Batterieüberwachung erforderlich.

3. **Die Batterie wurde zu tief entladen.**

Bei einer sehr tiefen Entladung können eine oder mehrere Zellen in der Batterie weit unter ihre Unterspannungsschwellen (2,60 V fest codiert) sinken. Die Batterie kann durch einen erneuten Zellenausgleich wiederhergestellt werden, aber es besteht auch die realistische Möglichkeit, dass eine oder mehrere Zellen nun defekt sind und der erneute Zellenausgleich nicht erfolgreich sein wird. Betrachten Sie die Zelle als defekt. Dies fällt nicht unter die Garantie.

4. **Die Batterie ist alt und hat fast ihre maximale Lebensdauer erreicht.**

Wenn die Batterie ihre maximale Lebensdauer erreicht hat, kann sich der Zustand einer oder mehrerer Batteriezellen verschlechtern, wodurch die Zellenspannung dieser Batteriezellen unter der anderer Zellen fällt. Dabei handelt es sich nicht um Unausgeglichenheit, auch wenn es so erscheinen mag. Dies kann nicht durch einen erneuten Zellenausgleich behoben werden. Die Zelle sollte als defekt betrachtet werden. Dies fällt nicht unter die Garantie.

5. **Die Batterie hat eine defekte Batteriezelle.**

Eine Zelle kann nach einer sehr starken Entladung defekt werden, wenn sie sich am Ende ihrer Lebensdauer befindet oder aufgrund eines Herstellungsfehlers. Eine defekte Zelle ist nicht unausgeglichen (auch wenn es so erscheinen mag). Das kann nicht durch einen erneuten Zellenausgleich behoben werden. Die Zelle sollte als defekt betrachtet werden. Sehr starke Entladungen und das Ende der Lebensdauer fallen nicht unter die Garantie.

6.1.3. Unausgeglichene Batterie wiederherstellen

- Laden Sie die Batterie mithilfe eines Ladegeräts, das für Lithium konfiguriert ist und vom BMS gesteuert wird.
- Beachten Sie, dass der Zellausgleich nur während der Konstantspannungsphase erfolgt. Jedes Mal, wenn das Ladegerät in die Ladeerhaltung wechselt, muss es manuell neu gestartet werden. Der erneute Zellausgleich kann lange dauern (bis zu einigen Tagen) und erfordert viele manuelle Neustarts des Ladegeräts.
- Beachten Sie, dass es während des Zellausgleichs so erscheinen kann, als würde nichts passieren. Die Zellenspannungen können lange Zeit konstant bleiben und das BMS schaltet das Ladegerät wiederholt ein und aus. Das alles ist normal.
- Der Ausgleich erfolgt, wenn der Ladestrom bei oder über 1,8 A liegt oder wenn das BMS das Ladegerät vorübergehend deaktiviert hat.
- Der Ausgleich ist fast abgeschlossen, wenn der Ladestrom unter 1,5 A absinkt und die Zellspannungen ungefähr bei 3,55 V liegen.
- Der erneute Zellausgleich ist abgeschlossen, wenn der Ladestrom noch weiter gesunken ist und alle Zellen eine Spannung von 3,55 V aufweisen.



Vergewissern Sie sich zu 100 %, dass das Ladegerät vom BMS kontrolliert wird; andernfalls kann es zu gefährlichen Zellüberspannungen kommen. Überprüfen Sie dies, indem Sie die Zellspannungen mit der VictronConnect App überwachen. Die Spannung der vollständig geladenen Zellen wird langsam steigen, bis 3,7 V erreicht sind. An diesem Punkt schaltet das BMS das Ladegerät ab und die Zellenspannungen sinken wieder. Dieser Vorgang wiederholt sich kontinuierlich, bis das Gleichgewicht wiederhergestellt ist.

Berechnungsbeispiel für die zur Wiederherstellung einer stark unausgeglichene Batterie benötigte Zeit:

Stellen Sie sich für dieses Beispiel eine Batterie mit 12,8 V und 200 Ah vor, die eine stark unterladene (entladene) Zelle hat.

Eine 12,8-V-Batterie enthält 4 Zellen mit einer Nennspannung von jeweils 3,2 V. Sie sind in Reihe geschaltet, was zu $3,2 \times 4 = 12,8$ V führt. Wie die Batterie hat jede Zelle eine Kapazität von 200 Ah.

Nehmen wir an, dass die unausgeglichene Zelle nur 50 % ihrer Kapazität hat, während die anderen Zellen vollständig geladen sind. Um die Ausgeglichenheit wiederherzustellen, muss der erneute Zellausgleich 100 Ah zu dieser Zelle zuführen.

Der Strom für die Ausgeglichenheit beträgt 1,8 A (pro Batterie und für alle Batteriegrößen, mit Ausnahme des Modells 12,8 V / 50 Ah, das einen Strom für die Ausgeglichenheit von 1 A hat). Es dauert mindestens $100/1,8 = 55$ Stunden, um die Zelle wieder auszugleichen.

Der Zellausgleich erfolgt nur, wenn sich das Ladegerät in der Konstantspannungsphase befindet. Wenn ein 2-stündiger Lithium-Ladealgorithmus verwendet wird, muss das Ladegerät während des erneuten Zellausgleichs $55/2=27$ Mal manuell neu gestartet werden. Wenn das Ladegerät nicht direkt neu gestartet wird, verzögert sich der einzelne Zellausgleich, wodurch sich wiederum die Gesamtdauer des Ausgleichs verlängert.



Ein Tipp für Victron Energy-Vertriebspartner und professionelle Anwender: Nutzen Sie den folgenden Trick, um zu vermeiden, das Ladegerät ständig neu starten müssen. Stellen Sie die Erhaltungsspannungsphase auf 14,2. Das hat den gleichen Effekt wie die Konstantspannungsphase. Deaktivieren Sie außerdem die Speicherungsphase und/oder stellen Sie diese auf 14,2 V ein. Alternativ können Sie die Konstantspannungsdauer auch auf eine sehr lange Zeit einstellen. Wichtig ist, dass das Ladegerät während des erneuten Zellausgleichs eine kontinuierliche Ladespannung von 14,2 V aufrechterhält. Achten Sie nach dem erneuten Zellausgleich der Batterie darauf, das Ladegerät wieder auf den normalen Lithium-Ladealgorithmus einzustellen. Lassen Sie ein derartig angeschlossenes Ladegerät niemals in einem laufenden System. Wenn Sie die Batterie auf einer so hohen Spannung halten, verringert sich die Lebensdauer der Batterie.

6.1.4. Weniger Kapazität als erwartet

Wenn die Batteriekapazität geringer als ihre Nennkapazität ist, sind dies die möglichen Gründe dafür:

- Die Zellunausgeglichenheit der Batterie führt zu vorzeitigen Unterspannungsalarmen, die wiederum dazu führen, dass das BMS Lasten abschaltet.

Bitte lesen Sie den Abschnitt [Unausgeglichene Batterie wiederherstellen](#) [26].

- Die Batterie ist alt und hat fast ihre maximale Lebensdauer erreicht.

Prüfen Sie, wie lange das System bereits in Betrieb ist, prüfen Sie, wie viele Zyklen die Batterie durchlaufen hat und bis zu welcher durchschnittlichen Entladetiefe die Batterie entladen wurde. Eine Möglichkeit, diese Informationen zu finden, besteht darin, sich den Verlauf eines Batteriemonitors anzusehen (falls verfügbar).

- Die Batterie wurde zu weit entladen und eine oder mehrere Zellen in der Batterie sind dauerhaft beschädigt.

Diese schlechten Zellen werden schneller als die anderen Zellen eine niedrige Zellenspannung haben, was dazu führt, dass das BMS Lasten vorzeitig ausschaltet. Wurde die Batterie vielleicht sehr tief entladen?

6.1.5. Batterie mit sehr niedriger Klemmenspannung

Wenn die Batterie zu stark entladen wurde, fällt die Spannung deutlich unter 12 V (24 V). Wenn die Batteriespannung unter 10 V (20 V bzw. 40 V bei 24-V- und 48-V-Batterien) fällt oder die Zellspannung einer der Batteriezellen unter 2,5 V liegt, ist die Batterie dauerhaft beschädigt. Dadurch erlischt die Garantie. Je niedriger die Batterie- oder Zellspannung ist, desto größer ist der Schaden an der Batterie.

Sie können versuchen, die Batterie wiederherzustellen, indem Sie den Wiederaufladevorgang bei niedriger Spannung verwenden. Seien Sie sich bewusst, dass es sich hierbei nicht um einen garantierten Vorgang handelt. Die Wiederherstellung kann erfolglos sein, und es besteht eine realistische Chance, dass die Batterie einen dauerhaften Zellschaden aufweist, der zu einem mäßigen bis schweren Kapazitätsverlust führt, nachdem die Batterie wiederhergestellt wurde.

Ladevorgang zur Wiederherstellung nach einem Niederspannungsereignis:

Dieser Wiederaufladevorgang kann nur an einer einzelnen Batterie durchgeführt werden. Wenn das System mehrere Batterien enthält, wiederholen Sie diesen Vorgang für jede einzelne Batterie.



Dieser Vorgang kann riskant sein. Eine Aufsichtsperson muss jederzeit anwesend sein.

1. Stellen Sie ein Ladegerät oder ein Netzteil auf 13,8 V (27,6 V, 55,2 V) ein.
2. Falls eine der Zellenspannungen unter 2,0 V liegt, laden Sie die Batterie mit 0,1 A, bis die Spannung der niedrigsten Zelle auf 2,5 V ansteigt.
Eine Aufsichtsperson muss die Batterie überwachen und das Ladegerät stoppen, sobald die Batterie heiß wird oder sich wölbt. Wenn dies der Fall ist, ist die Batterie unwiederbringlich beschädigt.
3. Sobald die Spannung der niedrigsten Zelle über 2,5 V gestiegen ist, erhöhen Sie den Ladestrom auf 0,1C.
Für eine 100 Ah-Batterie entspricht dies einem Ladestrom von 10 A.
4. Schließen Sie die Batterie an ein BMS an und stellen Sie sicher, dass das BMS die Kontrolle über das Batterieladegerät hat.
5. Notieren Sie die anfängliche Batterieklemmenspannung und die Batteriezellenspannungen.
6. Starten Sie das Ladegerät.
7. Das BMS könnte das Ladegerät aus-, dann kurzzeitig wieder einschalten und dann wieder ausschalten.
Dies kann ein Vielfaches davon sein und ist ein normales Verhalten für den Fall, dass eine signifikante Zellenunausgeglichenheit vorliegt.
8. Notieren Sie die Spannungen in regelmäßigen Abständen.
9. Die Zellenspannungen sollten während des ersten Teils des Ladevorgangs ansteigen.
Falls die Spannung einer der Zellen in der ersten halben Stunde nicht ansteigt, betrachten Sie die Batterie als nicht wiederherstellbar und brechen Sie den Ladevorgang ab.
10. Überprüfen Sie die Batterietemperatur in regelmäßigen Abständen.
Wenn Sie einen starken Temperaturanstieg feststellen, betrachten Sie die Batterie als nicht wiederherstellbar und brechen Sie den Ladevorgang ab.
11. Sobald die Batterie 13,8 V (27,6 V, 55,2 V) erreicht hat, erhöhen Sie die Ladespannung auf 14,2 V (28,4 V, 56,8 V) und erhöhen den Ladestrom auf 0,5C.
Für eine 100 Ah-Batterie entspricht dies einem Ladestrom von 50 A.
12. Die Zellenspannungen werden langsamer ansteigen, dies ist im mittleren Teil des Ladevorgangs normal.
13. Lassen Sie das Ladegerät 6 Stunden lang angeschlossen.
14. Prüfen Sie die Zellenspannungen, sie sollten alle innerhalb von 0,1 V voneinander entfernt sein.
Wenn eine oder mehrere Zellen eine viel größere Spannungsdifferenz aufweisen, betrachten Sie die Batterie als beschädigt.
15. Lassen Sie die Batterie für einige Stunden ruhen.
16. Überprüfen Sie die Spannung der Batterie.
Sie sollte bequem über 12,8 V (25,6 V, 51,2 V) liegen, wie 13,2 V (26,4 V, 52,8 V) oder höher. Und die Zellspannungen sollten immer noch innerhalb von 0,1 V voneinander liegen.
17. Lassen Sie die Batterie 24 Stunden lang ruhen.
18. Messen Sie die Spannungen erneut.
Wenn die Batteriespannung unter 12,8 V (25,6 V, 51,2 V) liegt oder eine signifikante Zellenunausgeglichenheit vorliegt, ist die Batterie unwiederbringlich beschädigt.

6.1.6. Die Batterie hat das Ende ihrer Lebensdauer erreicht oder die Batterie wurde falsch verwendet

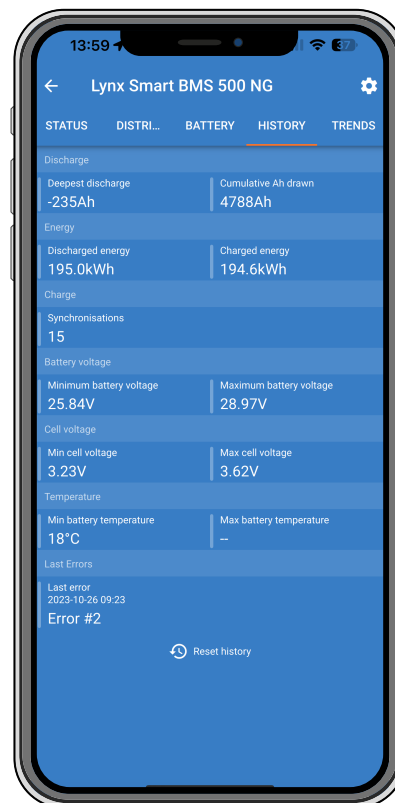
Mit zunehmendem Alter einer Batterie nimmt ihre Kapazität ab, und schließlich werden eine oder mehrere Batteriezellen defekt. Das Alter der Batterie hängt davon ab, wie viele Lade-/Entladezyklen die Batterie durchlaufen hat. Eine Batterie kann auch eine verringerte Kapazität oder defekte Zellen aufweisen, wenn sie unsachgemäß verwendet wurde, z. B. wenn sie zu stark entladen wurde.

Überprüfen Sie zunächst die Batteriehistorie, indem Sie sich die Historie eines Batteriemonitors oder eines Lynx Smart BMS ansehen, um festzustellen, was ein Batterieproblem verursacht haben könnte.

So überprüfen Sie, ob die Batterie kurz vor dem Ende ihrer Lebensdauer steht und ob die Batterie unsachgemäß verwendet wurde:

1. Stellen Sie die Verbindung zum BMS über die VictronConnect App her.
2. Klicken Sie auf die Registerkarte Verlauf.
3. Finden Sie heraus, wie viele Lade-/Entladezyklen die Batterie durchlaufen hat. Die Lebensdauer der Batterie hängt von der Anzahl der Zyklen ab.
4. Wie tief war die Batterie durchschnittlich entladen? Die Batterie hält weniger Zyklen, wenn sie tief entladen wird, im Vergleich zu mehr Zyklen, wenn sie weniger tief entladen wird.
5. Wie tief wurden die Batteriezellen entladen? Ein Wert unter 2,5 V bedeutet, dass eine oder mehrere Zellen zu stark entladen wurden und die Batterie wahrscheinlich sogar beschädigt ist.
6. Wie weit waren die Batteriezellen aufgeladen? Ein Wert über 3,7 V bedeutet, dass der Ladevorgang ohne BMS stattgefunden hat oder dass das Ladegerät nicht vom BMS (ATC) gesteuert wurde und daher unkontrolliert weiter aufgeladen hat.
7. Wie viele Synchronisierungen gab es? Jedes Mal, wenn die Batterie vollständig aufgeladen ist, synchronisiert sich der Batteriemonitor. Damit kann überprüft werden, ob die Batterie regelmäßig voll aufgeladen wird.
8. Wie lange ist die letzte volle Ladung her? Die Batterie muss mindestens einmal im Monat vollständig aufgeladen werden.
9. Ist die Batterie nass? Die Batterie ist nicht wasserdicht und nicht für den Einsatz im Freien geeignet.
10. Wurde die Batterie in der richtigen Position montiert? Die Batterie kann entweder aufrecht oder seitlich montiert werden, jedoch nicht mit den Batteriepolen nach unten.
11. Liegt eine mechanische Beschädigung der Batterie, ihrer Anschlüsse oder der BMS-Kabel vor? Bei mechanischen Beschädigungen erlischt die Garantie.
12. Ist das BMS angeschlossen und funktionsfähig? Wenn die Batterie nicht mit einem von Victron Energy zugelassenen BMS für Lithium NG-Batterien verwendet wird, erlischt die Garantie.

Für weitere Informationen zum Lebenszyklus siehe Kapitel [Technische Daten](#).



6.2. BMS-Probleme

6.2.1. Das BMS deaktiviert häufig das Batterieladegerät

- Eine gut ausgeglichene Batterie deaktiviert das Ladegerät nicht, selbst wenn sie vollständig geladen ist. Wenn das BMS das Ladegerät jedoch häufig deaktiviert, deutet dies auf eine Zellunausgeglichenheit hin.

Prüfen Sie die Zellspannungen aller mit dem BMS verbundenen Batterien über VictronConnect.

Im Falle einer mäßigen oder großen Zellenunausgeglichenheit ist es ein zu erwartendes Verhalten, dass das BMS das Batterieladegerät häufig deaktiviert. Dies ist der Mechanismus hinter diesem Verhalten:

Sobald eine Zelle 3,75 V erreicht, deaktiviert das BMS das Ladegerät. Während das Ladegerät deaktiviert ist, wird der Zellenausgleich fortgesetzt, wobei Energie von der höchsten Zelle in benachbarte Zellen verschoben wird. Die höchste Zellspannung sinkt; sobald sie unter 3,6 V gefallen ist, wird das Ladegerät wieder aktiviert. Dieser Zyklus dauert in der Regel zwischen einer und drei Minuten. Die Spannung der höchsten Zelle steigt schnell wieder an (dies kann innerhalb von Sekunden geschehen), woraufhin das Ladegerät wieder deaktiviert wird, und so weiter. Dies deutet nicht auf ein Problem mit der Batterie oder den Zellen hin. Dieses Verhalten setzt sich fort, bis alle Zellen vollständig geladen und ausgeglichen sind. Dieser Vorgang kann mehrere Stunden dauern. Dies hängt vom Grad der Unausgeglichenheit ab. Bei starker Unausgeglichenheit kann dieser Vorgang bis zu 12 Stunden dauern. Der Zellenausgleich wird während dieses Vorgangs fortgesetzt, auch wenn das Ladegerät deaktiviert ist. Das fortlaufende Aktivieren und Deaktivieren des Ladegeräts mag seltsam erscheinen, aber seien Sie versichert, dass es kein Problem gibt. Das BMS schützt die Zellen lediglich vor Überspannung.

6.2.2. Die BMS schaltet Ladegeräte vorzeitig ab

- Dies könnte auf einer Unausgeglichenheit der Zellen zurückzuführen sein. Eine Zelle der Batterie weist eine Zellenspannung von über 3,75 V auf.

Prüfen Sie die Zellspannungen aller mit dem BMS verbundenen Batterien.

6.2.3. Das BMS schaltet Lasten vorzeitig ab

- Dies könnte auf einer Unausgeglichenheit der Zellen zurückzuführen sein.
- Sinkt die Zellspannung unter den Grenzwert von 2,6 V der Batterie, schaltet das BMS die Last ab.
- Prüfen Sie die Zellspannungen aller mit dem BMS verbundenen Batterien über die VictronConnect App.



Sobald die Lasten aufgrund einer niedrigen Zellenspannung abgeschaltet werden, muss die Zellenspannung aller Zellen 3,2 V oder höher sein, bevor das BMS die Lasten wieder einschaltet.

6.2.4. Das BMS zeigt einen Alarm an, solange alle Zellenspannungen innerhalb des Bereichs liegen

- Eine der möglichen Ursachen ist ein loses oder beschädigtes BMS-Kabel oder Steckverbindung.

Prüfen Sie alle BMS-Kabel und deren Anschlüsse.

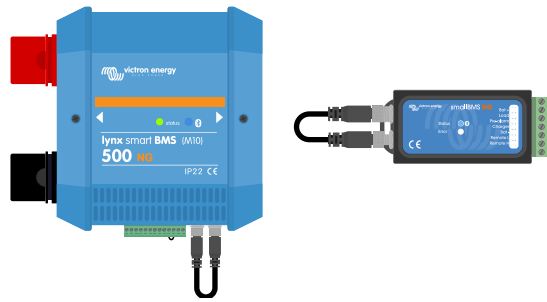
Überprüfen Sie zunächst, ob die Zellspannungen und -temperaturen aller angeschlossenen Batterien innerhalb des zulässigen Bereichs liegen. Wenn sie alle im zulässigen Bereich liegen, befolgen Sie eine der folgenden Vorgehensweisen.

Bedenken Sie auch, dass nach einem Zellenunterspannungsalarm die Zellenspannung aller Zellen auf 3,2 V erhöht werden muss, bevor die Batterie den Unterspannungsalarm löscht.

Eine Möglichkeit, einen Fehler auszuschließen, der von einem defekten BMS oder einer defekten Batterie herrührt, besteht darin, das BMS mit einem der folgenden BMS-Testverfahren zu überprüfen:

Einzelbatterie- und BMS-Überprüfung:

1. Trennen Sie beide BMS-Kabel vom BMS.
2. Schließen Sie ein BMS-Verlängerungskabel an beide BMS-Stecker an. Das BMS-Kabel sollte in einer Schleife angeschlossen werden, wie im untenstehenden Diagramm dargestellt. Die Schleife trickst das BMS aus, indem sie denkt, dass eine Batterie ohne Alarme angeschlossen ist.



Das BMS ist defekt, wenn der Alarm nach dem Legen der Schleife immer noch aktiv ist.

Falls das BMS den Alarm nach dem Legen der Schleife gelöscht hat, ist die Batterie defekt.

Mehrere Batterien und BMS-Überprüfung:

1. Überbrücken Sie eine der Batterien, indem Sie beide BMS-Kabel abklemmen.
2. Verbinden Sie die BMS-Kabel der benachbarten Batterien (oder Batterie und BMS) miteinander, wobei die Batterie effektiv überbrückt wird.
3. Überprüfen Sie, ob das BMS seinen Alarm gelöscht hat.

Wiederholen Sie diesen Vorgang für die nächste Batterie, wenn der Alarm nicht gelöscht wurde.

Das BMS ist defekt, wenn der Alarm nach dem Überbrücken aller Batterien noch immer aktiv ist.

Falls das BMS seinen Alarm löschte, als eine bestimmte Batterie überbrückt wurde, ist diese bestimmte Batterie defekt.



Eliminieren eines BMS-Fehlers durch Umgehen einer verdächtigen Batterie

6.2.5. Wie man testet, ob das BMS funktionsfähig ist

Trennen Sie eines der BMS-Kabel ab und prüfen Sie, ob das BMS in den Alarmmodus schaltet.



Überprüfen der BMS-Funktionalität durch absichtliches Lösen eines BMS-Kabels

7. Warnhinweise, Alarmer und Fehler

Batteriewarnungen, Alarmer und Fehlercodes werden vom BMS bereitgestellt und angezeigt, beispielsweise über VictronConnect oder ein angeschlossenes GX-Gerät.

Detaillierte Informationen finden Sie im Abschnitt [LED-Anzeigen, Warnung, Alarm- und Fehlercodes](#) im Handbuch des Lynx BMS NG.

8. Technische Daten

8.1. Technische Daten der Batterie

SPANNUNG UND KAPAZITÄT			
Batteriemodell	LFP 25,6 V / 100 Ah	LFP 25,6 V / 200 Ah	LFP 25,6 V / 300 Ah
Nennspannung	25,6 V		
Nennkapazität bei 25°C*	100 Ah	200 Ah	300 Ah
Nennenergie bei 25°C*	2560 Wh	5120 Wh	7680Wh
Kapazitätsverlust	(pro 100 Zyklen, bei 25 °C, 100 % Entladetiefe): <1 %		
Energieverlust	(pro 100 Zyklen, bei 25 °C, 100 % Entladetiefe): <1 %		
Rundlauffeffizienz.	92 %		
* Entladestrom ≤ 1C			
LEBENSZYKLUS (Kapazität ≥ 80 % des Nennwerts)			
80 % Entladetiefe	2500 Zyklen		
70 % Entladetiefe	3000 Zyklen		
50 % Entladetiefe	5000 Zyklen		
ENTLADUNG			
Maximaler unterbrechungsfreier Entladestrom (C-Rate)	100 A (1C)	200 A (1C)	300 A (1C)
Max. Impuls-Entladestrom 10 s (C-Rate)	200 A (2C)	400 A (2C)	600 A (2C)
Entladeschlussspannung	22,4 V		
Innenwiderstand	4 mΩ	2 mΩ	1 mΩ
AUFLADEN			
Ladespannung	Zwischen 28 V und 28,4 V		
Erhaltungsspannung	27 V		
Max. Dauerladestrom (C-Rate)	100 A (1C)	200 A (1C)	300 A (1C)
Max. Impuls-Ladestrom 10 s (C-Rate)	200 A (2C)	400 A (2C)	450 A (1.5C)
ALLGEMEINES			
BMS	Lynx Smart BMS NG 500 A / 1000 A (M10-Sammelschienen), muss separat erworben werden		
Zellmaße	Zellspannungen und -temperaturen, Batteriestrom		
Batterie-BMS-Schnittstelle	Kabel für Stecker und Buchse mit M8-Rundsteckverbinder für digitale Höchstgeschwindigkeitskommunikation, Länge 50 cm M8-Verlängerungskabel sind separat in verschiedenen Längen zwischen 1 und 5 Metern erhältlich.		
Alarmfunktion	Voralarmkontakt am BMS		
Bluetooth	Im BMS		
Max. Batterien pro BMS	50 (384 kWh pro BMS 3))		
Firmware-Aktualisierungen für die Batterie	Automatische Aktualisierung der Batterie-Firmware durch BMS		
Reparierbar	Ja (Abdeckung kann mit Schrauben entfernt werden)		

BETRIEBSBEDINGUNGEN			
Betriebstemperatur	Entladung: -20 °C bis +50 °C Aufladen: +5 °C bis +50 °C		
Lagertemperatur	-45 °C bis +70 °C		
Luftfeuchtigkeit (nicht kondensierend)	Max. 95 %		
Schutzklasse	IP65		
MONTAGE			
Befestigungsmöglichkeiten	Riemen oder Montagehalterungen (Inkl. Halterungen)		
Kann auf die Seite gestellt werden	Ja ²⁾		
SONSTIGES			
Selbstentladungsrate	≤ 3 % pro Monat bei 25 °C		
Stromanschluss	M8 (Gewindeeinsätze und Bolzen)		
Maße (H x B x T) (mm)	235 x 341 x 160	235 x 648 x 162	206 x 841 x 205
Gewicht (geschätzt)	19 kg	37 kg	52 kg
NORMEN			
Sicherheit	Zellen: UL1973 UL9540A IEC62619	Zellen: UL1973 UL9540A IEC62619	Zellen: UL1973 UL9540A IEC62619 (alle drei ausstehend)
	Batterie: IEC62619 (ausstehend)	Batterie: IEC62619 (ausstehend) UL 2054 ⁴⁾	Batterie: IEC62619 (ausstehend)
EMC	EN 61000-6-3, EN 61000-6-2		
Automobilbranche	ECE R10-6		
Leistung	IEC 62620		
¹⁾ Bei voller Ladung			
²⁾ Die Lithium-Batterie kann aufrecht und auf der Seite liegend montiert werden, jedoch nicht mit den Batterieanschlüssen nach unten			
³⁾ Bis zu 5 BMS können parallel geschaltet werden. Dies setzt eine Firmware-Aktualisierung voraus, die für das 3. Quartal 2024 erwartet wird.			
⁴⁾ Zertifiziert mit Lynx BMS			

8.2. Gehäuseabmessungen

