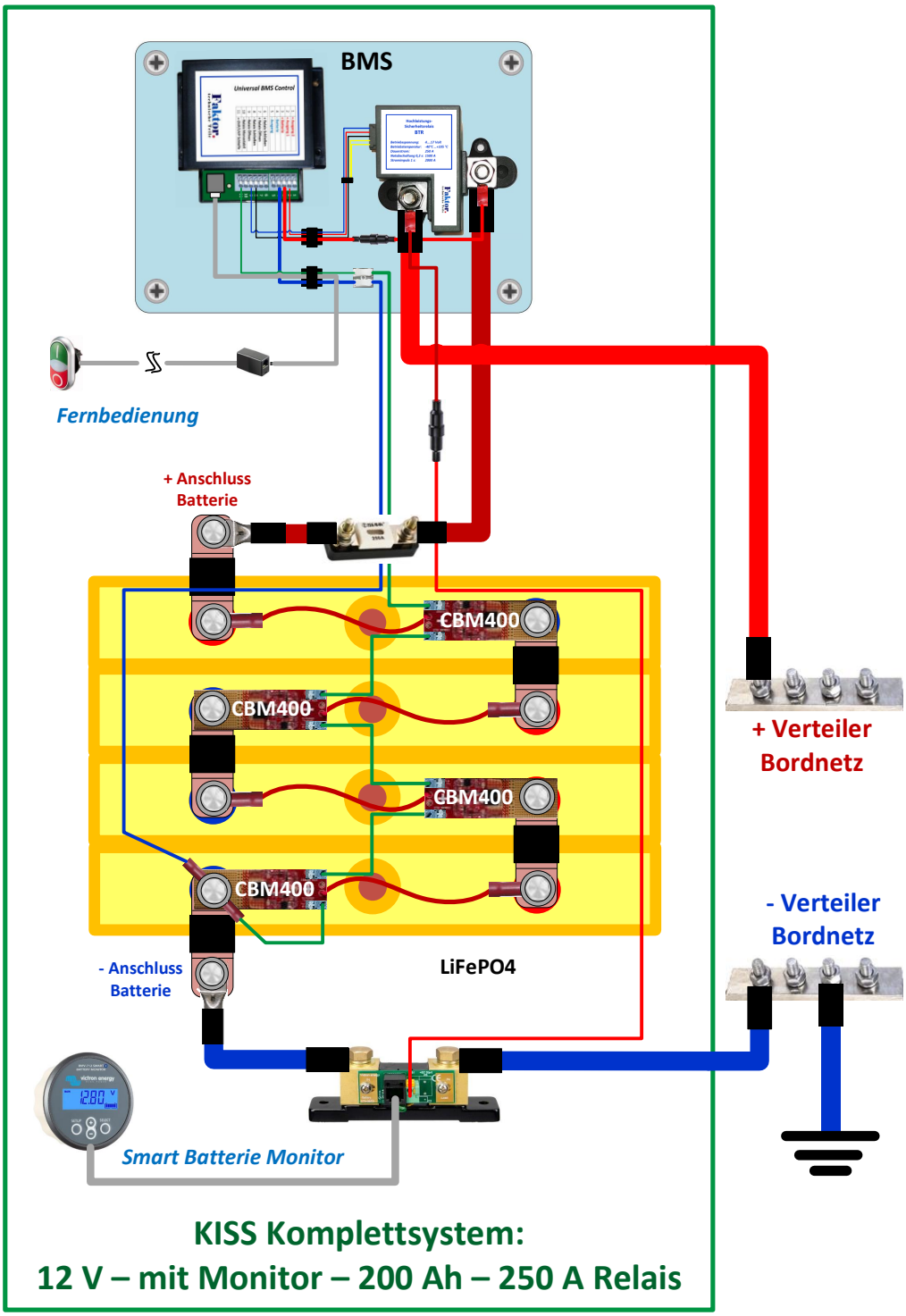
Version 1.5 31. Januar 2021

KISS - Keep It Straight and Simple



Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

Version 1.5 **31. Januar 2021**

LiFeYPO4 Universal Battery Management System Control Modul, erhältlich nur bei Faktor GmbH als Teil eines Bausatzes für ein Lithium Batterie BMS oder ein Komplettsystem:

https://www.faktor.de

Dieses Dokument wurde erstellt im Auftrag von:

Faktor.
technische Teile

Adresse

Faktor GmbH
Spinnereiinsel 3D
83059 Kolbermoor

Kontakt

Internet www.faktor.de
Telefon +49 (0)8031 2080023
E-Mail faktor@faktor.shop

Urheberrecht Hans Kröger

Version 1.5 **31. Januar 2021**

Inhalt

1. Übersicht 4
2. Battery Management System (BMS) 5
3. Gesamtsysteme 6
4. Technische Beschreibung 8
4.1 Zellmodule CBM100 & CBM400 8
4.1.1 Über- Unter-Spannungsschutz 8
4.1.2 Balancing. 8
4.1.3 Schutz gegen Übertemperatur 9
4.2 UBC Modul 10
4.2.1 Funktion 10
4.2.2 Technische Eigenschaften UBC Modul 11
4.3 Sicherheitsrelais 12
4.3.1 Latching Relais 12 / 24 Volt / 500 Ampere 13
4.3.2 Latching Relais 12 Volt / 250 Ampere 14
4.3.3 Latching Relais 24 Volt / 260 Ampere 15
4.3.4 Monostabiles Relais 36 / 48 Volt / 500 Ampere 16
4.4 smart Batterie Monitor 16
4.5 Hochstromkabel 17
4.5.1 Batterie System 17
4.5.2 Bordnetz 20
4.5.3 Vereinfachte Berechnung der Hochstromkabel. 22
4.6 Hauptsicherung 25
4.6.1 Stromwert 25
4.6.2 Spannungswert 25
5. Bausätze 26
5.1 Übersicht 26
5.2 Bausatz Batterie 28
5.3 Grundeinheiten 29
5.4 smart Batterie Monitor 34
6. Anhang 35
6.1 Herstellerdaten der Relais 35
6.2.1 Faktor BTR Latching Relais 35
6.2.2 Latching Relais Blue Sea ML-RBS 7700 (12 V) und ML-RBS 7702 (24 V) 36
6.2.3 Tyco Latching Relais V23130 (24 V) 37
6.2.4 Tyco Monostabiles Relais EV200 (32…95 V) 38

Urheberrecht Hans Kröger

Beschreibung: Lithium Batterie System KISS <Keep It Straight and Simple>

Version 1.5 **31. Januar 2021**

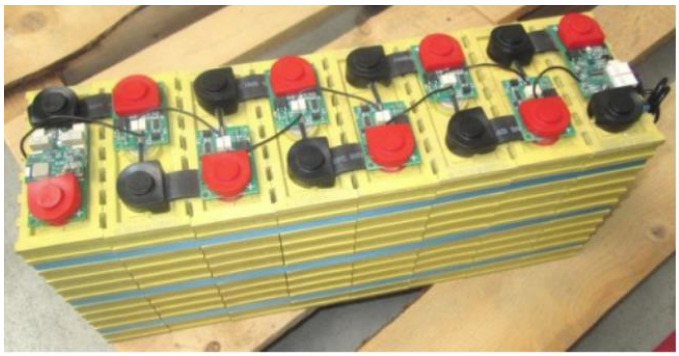
Hinweis 1: Das KISS System ist zugeschnitten auf Winston LiFeYPO4 Zellen (LYP), die sich erheblich von „normalen“ LiFePO4 Zellen (LFP) unterscheiden. Insbesondere lassen sich LYP Zellen bei tiefen Temperaturen laden und sie sind sehr tolerant gegenüber hohen Ladespannungen. Das KISS System ist für „normale“ LiFePO4 Zellen (LFP) ungeeignet.

Hinweis 2: in den folgenden Kapiteln sind einige Textabschnitte enthalten, die sich an fachlich interessierte Leser wenden. Diese Abschnitte sind für das grundlegende Verständnis dieser Beschreibung nicht notwendig, und können gegebenenfalls einfach ausgespart werden.
Sie werden durch diese Formatierung kenntlich gemacht.

1. Übersicht

Lithium-Eisenphosphat Akkumulatoren eignen sich besonders für Anwendungen, bei denen eine hohe **Sicherheit gegen Feuer und Explosion** gefordert wird.

Umfangreiche Beschreibungen zum Thema findet man im Internet.



Verbindet man mehrere dieser Zellen zu einem Akkublock, so muss jede einzelne Zelle versehen werden mit

- Schutzschaltung gegen Über- und Unterspannung,
- Ausgleichsregler (Balancer).

Diese Funktionen werden durch eine Reihe elektronischer Schaltkreise wahrgenommen, die man in ihrer Gesamtheit als **„Battery Management System“ (BMS)** bezeichnet.

Solche Systeme gibt es in einer großen Bandbreite an Komplexität, bei der sich vor allen Dingen im hochpreisigen Segment fast nur noch von Mikroprozessoren gesteuerte Varianten finden lassen. Diese erlauben zwar eine Vielzahl von Anzeige- und Einstellmöglichkeiten, bedürfen aber auch eines erheblichen Sachverstandes bei der Installation und Einrichtung, von den Kosten ganz zu schweigen.

Im Folgenden wird ein extrem einfaches und zuverlässiges System beschrieben für **Winston LYP (**LiFeYPO4) Zellen, bei dem

- man **nichts einstellen** muss/kann, und bei dem es
- nur **eine Fernbedienung** (Taste mit Anzeigelämpchen) gibt,

wodurch eine Fehlbedienung praktisch ausgeschlossen wird.

Dabei kann man das System über **Monate unbeaufsichtigt** sich selbst überlassen, da es im unwahrscheinlichen Falle eines Fehlers die zu schützende Batterie von allen Lasten und Ladegeräten trennt und danach praktisch keinen Strom mehr verbraucht. So wird insbesondere **verhindert, dass eine bereits entladene Batterie „tief entladen“ und damit beschädigt wird.**

Dieses System wurde mit der Grundidee **„Keep It Straight and Simple“ (KISS)** entwickelt. Dabei wurde primär von drei Grundgedanken ausgegangen:

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

a) bei allen LYP Zellen sind die anzuwendenden Schwellwerte für Über- und Unterspannung weitestgehend gleich, sie können also fest eingestellt werden.

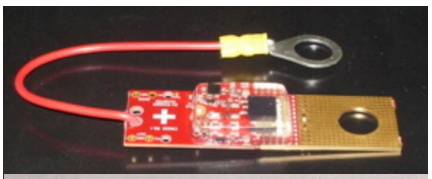
b) durch die geeignete Wahl und Behandlung (Initialisierung, Ladung und Balancing) der LYP Zellen ist im Normalfall keine Überschreitung oder Unterschreitung der nominalen Zellenspannung zu erwarten.
Sollte es dennoch zu Überspannung oder Unterspannung einer Zelle kommen, dann wird die Batterie nach einer Wartezeit von etwa 10 bis 15 Sekunden vom Bordnetz getrennt.
Durch die Wartezeit wird sichergestellt, dass ein kurzer Spannungseinbruch oder Spannungsüberschwinger nicht zum vorzeitigen Abschalten der Batterie führt.
Solche extremen Spannungsabweichungen können beispielsweise durch einen Anlasser oder durch Energiezurückspeisung entstehen.
Liegt die Zellenspannung nach der Wartezeit noch immer außerhalb ihres Nominalbereiches, dann wird das Sicherheitsrelais geöffnet und damit die Batterie vom Bordnetz getrennt. Hierdurch werden die Zellen gegen Überladung oder Tiefentladung geschützt. Danach bleibt die Batterie „abgeschaltet" solange, bis sie vom Betreiber manuell wieder eingeschaltet wird. Damit wird verhindert, dass im Fehlerfall ein unkontrolliertes Ein-Aus-Schalten der Batterie stattfindet.
Nach der Trennung der Batterie vom Netz ist der **Stromverbrauch des gesamten BMS Systems (einschließlich Zellmodulen)** so gering, dass die Batterie über einen langen Zeitraum ohne Schaden bleibt. Das gilt auch, wenn die Batterie bereits entladen ist, da dann nur etwa 0,3 mA Strom aus der Batterie entnommen wird.

c) durch **passives Topbalancing** werden die Zellen einer Batterie bei jeder Vollladung ausgeglichen, so dass sich keine größeren Abweichungen des Ladezustandes der einzelnen Zellen ergeben können.
Bei diesem Verfahren werden beim Laden der Batterie die Zellen, die zuerst voll sind, durch Umleiten des Ladestromes vor Überladung geschützt, während dieser umgeleitete Strom erlaubt, die verbliebenen Zellen ebenfalls voll zu laden. Ohne dieses Verfahren würde die erste Zelle der Batterie, die vollständig geladen ist, den gesamten Ladestrom unterbrechen, und die verbliebenen teilgeladenen Zellen würden „verhungern".

2. Battery Management System (BMS)

Als Ergebnis dieser Überlegungen entstand ein **BMS System**, das aus 3 wesentlichen Komponenten besteht:

a) kommerzielle **„Zellmodule"** von EV Power (eines pro Zelle), die sowohl die Spannungsüberwachung **(OVP = Overvoltage Protection / UVP = Undervoltage Protection**), als auch das Balancing der einzelnen Zellen wahrnehmen,



b) dem speziell für diese Anwendung entwickelten **Universal BMS Control Modul (UBC Modul)**, das mit den Zellmodulen verbunden ist, und bei einem OVP (Überspannung) oder UVP (Unterspannung) Ereignis eines Zellmodules das Sicherheitsrelais öffnet. Dieses geschieht mit einer Verzögerung von etwa 10 bis 15 Sekunden. Das Relais bleibt danach geöffnet, bis es manuell wieder geschlossen wird.

Ganz allgemein wird das **UBC Modul** über eine **Fernbedienung mit Statusanzeige** gesteuert. Diese kann an einem entfernten, gut erreichbaren Ort installiert werden. Dabei kann auch im Normalbetrieb das Relais über seine Fernbedienung manuell geschaltet werden, entsprechend der **Funktion eines Batteriehauptschalters**, der die Batterie stromlos schaltet (z. B. im Winterlager).

Urheberrecht Hans Kröger

c) einem **Sicherheitsrelais**, das vom **UBC Modul** gesteuert wird und die Batterie durch Öffnen vom Bordnetz trennt. Dabei stehen eine Reihe von verschiedenen Relais zur Auswahl, die den gesamten Spannungsbereich von 12 V, 24 V, und 48 Volt abdecken, und das für Dauerströme bis zu 500 A.

12 Volt System		24 Volt System		48 Volt System
500 Ampere	250 Ampere	500 Ampere	250 Ampere	500 Ampere

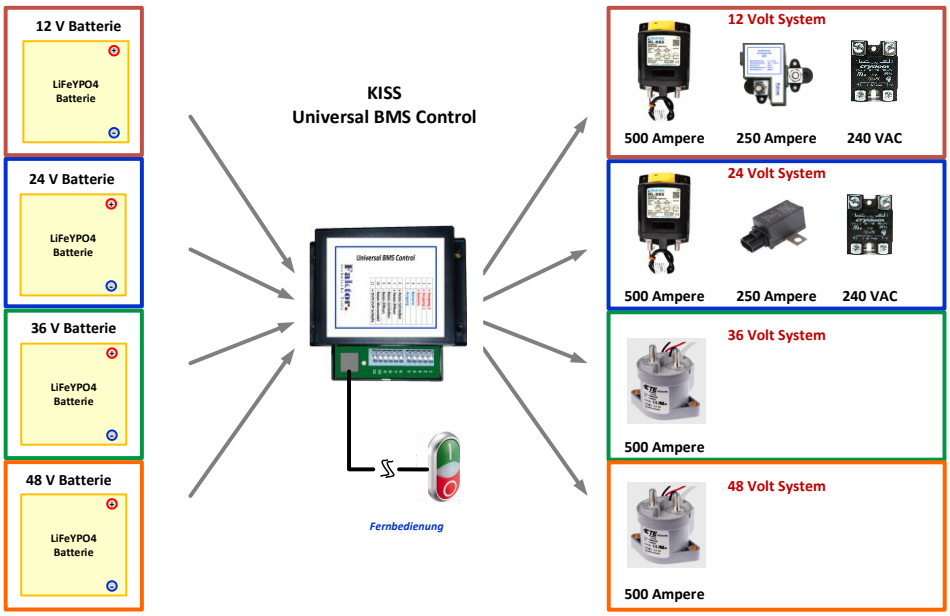
Zum Gesamtkonzept gehören noch eine den Gegebenheiten angepasste **Verkabelung** und deren **Bemessung und Absicherung gemäß DIN-VDE** Vorschriften.

Anmerkung: Bei hohen Strömen sind besondere Vorkehrungen notwendig, um die entstehende Wärme abzuleiten (Geräteschutz, Brandschutz). Außerdem sind unbedingt die Spannungsverluste bei gegebener Kabellänge zu beachten. Diese Thematik wird weiter unten im Detail abgehandelt.

Es sei aber bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass ganz allgemein mit den gängigen, verfügbaren Kabeln nur Systeme verwirklicht werden können mit einem maximalen Dauerstrom von 300 A. Systeme für größere Strömen sind nur von dafür fachlich besonders qualifizierten Firmen oder Personen machbar, die auch Zugang zu den hierbei verwendeten Kabeln mit sehr großem Querschnitt haben. Hier liegt die Grenze bei 500 A Dauerstrom, bedingt durch die hier verfügbaren Relais.

3. Gesamtsysteme

Grundsätzlich lässt sich mit den oben beschriebenen Komponenten eine Vielzahl von Systemen aufbauen. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass das **UBC Modul** nicht nur einen großen Spannungsbereich abdeckt, sondern auch, weil das Modul mit 3 unterschiedlichen Treiberausgängen eine Vielzahl verschiedener Relaistypen ansteuern kann, wie im folgenden Bild exemplarisch dargestellt.



Urheberrecht Hans Kröger

Fünf dieser möglichen KISS Gesamtsysteme werden durch die Bausätze abgedeckt, die von ***Faktor*** zusammengestellt und angeboten werden:

- **12 Volt - 250 A Relais**
- **12 Volt - 500 A Relais**
- **24 Volt - 250 A Relais**
- **24 Volt - 500 A Relais**
- **48 Volt - 500 A Relais**

Durch die Auswahl der geeigneten Zellen (Kapazität, Abmessungen) für eine LYP Batterie und die Zusammenstellung der passenden Komponenten zu einem **Bausatz** wird gewährleistet, dass diese perfekt aufeinander abgestimmt sind und als Gesamtsystem sicher und zuverlässig arbeiten. Dabei stehen Zellen mit folgenden Kapazitäten zur Wahl:

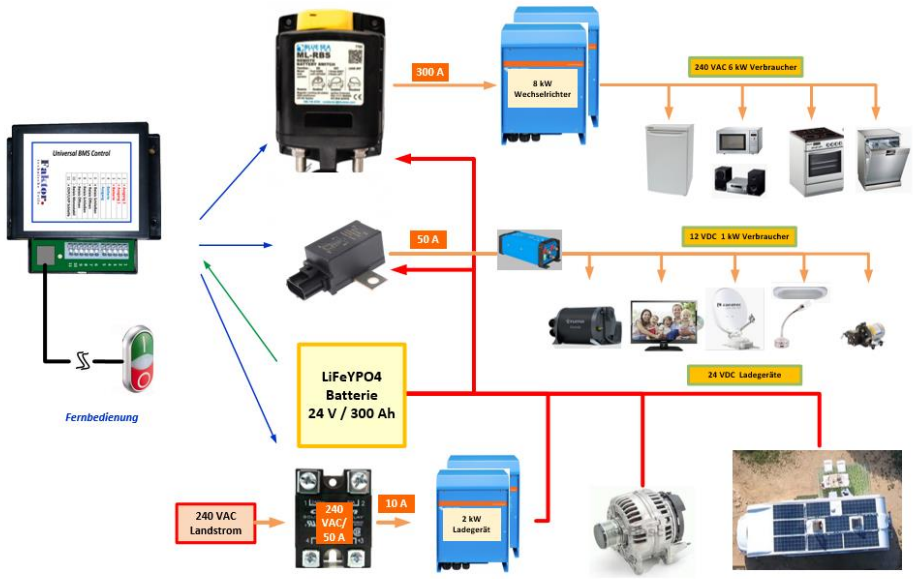
90 Ah, 100 Ah, 130 Ah, 160 Ah, 200 Ah, 260 Ah und 300 Ah

Auf Seite 1 dieser Beschreibung ist ein Beispiel für ein komplettes System dargestellt, das für eine 12 Volt LYP Batterie ausgelegt ist, mit einem zulässigen Dauerstrom von 250 Ampere. Dort ist auch der smart Batterie Monitor mit Bluetooth-Datenübertragung auf das Smartphone und der 500 Ampere Strommessshunt zu erkennen, der passend zum Gesamtsystem als Option angeboten wird.

Die Batteriekabel und die Hauptsicherung sind als separates Zubehör erhältlich. Weiter unten wird beschrieben, wie man diese entsprechend den individuellen Gegebenheiten auswählt bzw. dimensioniert.

Zu einem **Bausatz** gehören auch alle notwendigen Signalleitungen zwischen den Komponenten, jeweils so konfektioniert, dass die Verbindungen entweder bereits vorhanden sind oder mit Federklemmen bzw. Schrauben ohne Werkzeug machbar sind.

*Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit mit dem **UBC Modul gleichzeitig mehrere Relais** anzusteuern. Hierzu ein extremes Beispiel, bei dem alle drei Relaisausgänge aktiv sind, wobei 24 V / 7 kW Verbraucher und 2 kW Netz-Ladegeräte kontrolliert werden können.*



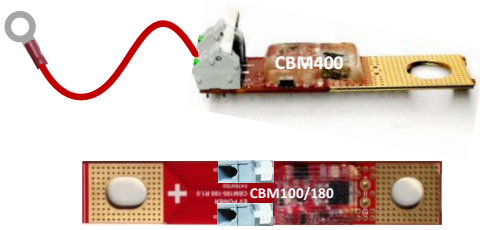
*Bei Interesse an solchen individuellen Systemen wenden Sie sich bitte direkt an **Faktor**.*

Urheberrecht Hans Kröger

4. Technische Beschreibung

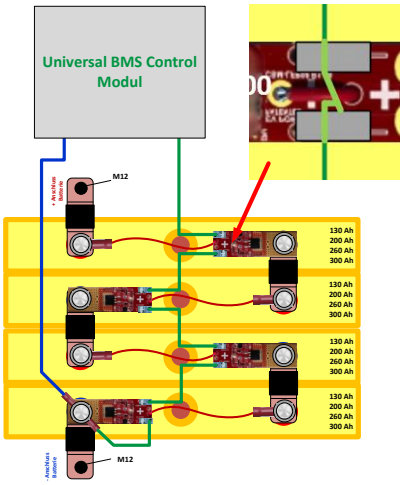
4.1 Zellmodule CBM100 & CBM400

Die verwendeten **Zellmodule CBM100 bzw. CBM400** stammen aus einer Serie von Modulen des Herstellers EV Power Australia Pty Ltd.



Diese Zellmodule bieten eine einfache und zuverlässige Möglichkeit LYP Zellen auszubalancieren und gegen Über- und Unter-Spannung zu schützen. Sie werden direkt auf den Zellen montiert. Die Zellmodule sind so flach, dass sie nur wenig über die Schrauben an den Polen hinausragen. Sie eignen sich für Zellen im Bereich von 90 bis 300 Ah Kapazität. Hier ist ein Auszug aus den technischen Daten des Herstellers:

- Schaltschwelle für Unterspannung UVP = 2,6 Volt
- Schaltschwelle für Überspannung OVP = 4,0 Volt
- Sicherheitsschleife geschlossen wenn Spannung zwischen 2,6 Volt und 4,0 Volt
- die Schaltschwellen besitzen keine Hysterese
- Maximal zulässiger Strom der Sicherheitsschleife 50 mA (richtungsunabhängig)
- Innenwiderstand der Sicherheitsschleife 0,75 Ohm pro Zellmodul
- Einschaltschwelle für den Balancing Strom 3,5 Volt
- Balancing Strom 1,5 (0,7) Ampere CBM400 (CBM100)
- Stromverbrauch nominal < 3 mA @ 3,2 Volt
- Stromverbrauch bei Unterspannung < 0,25 mA @ 2,5 Volt
- Überspannungsschutz durch interne Sicherung > 4,5 Volt
- Interner Umpolschutz
- Goldbeschichtete Kontakte
- Gekapselt in Epoxidharz
- Grünes LED für Spannung = OK
- Rotes LED für Balancing = EIN



4.1.1 Über- Unter-Spannungsschutz

Alle **Zellmodule** einer Batterie werden mit einer einzelnen Leitung zu einer Schleife verbunden. Diese Schleife wird vom **UBC Modul** auf Durchgängigkeit überwacht.
Sollte eines der **Zellmodule** eine Überspannung (OVP), oder eine Unterspannung (UVP) feststellen, dann wird in diesem Modul die Schleife durch Öffnen eines Schalters unterbrochen.
Sobald das **UBC Modul** die Unterbrechung der Schleife feststellt, wird ein Timer ausgelöst, der nach etwa 10 bis 15 Sekunden das Sicherheitsrelais öffnet und danach geöffnet hält, solange, bis das Relais manuell wieder geschlossen wird.

4.1.2 Balancing.

Die zweite Funktion der Zellmodule ist das Balancing der angeschlossenen LYP Zellen. Sobald eine Zellenspannung den Wert von 3,5 Volt übersteigt, beginnt das Zellmodul Balancerstrom an der Zelle vorbeizuleiten. Wenn die Zellenspannung auf Grund des überschüssigen Ladestromes weiter steigt, dann wird auch der Balancerstrom größer. Dies setzt sich fort, bis der Balancerstrom mit beispielsweise 1,5 Ampere (CBM400) gleich groß ist, wie der momentan fließende Ladestrom des Ladegerätes, der sich gegen Ende des Ladevorganges einstellt.
Da jetzt der gesamte Ladestrom durch den Balancer fließt, wird die Zelle nicht mehr weiter geladen, sie ist ausbalanciert.

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

Version 1.5 **31. Januar 2021**

Die Zellenspannung ist dabei etwa 3,6 Volt. Dieser Wert ergibt sich aus der Strom-Spannungs-Kennlinie des Zellmoduls. Da zu diesem Zeitpunkt das Ladegerät im Konstantspannungsmodus arbeitet (CV = Constant Voltage), wird der momentane Wert des Ladestromes (z. B. 1,5 A) ausschließlich durch die Batterie und die Zellmodule bestimmt. Das Ladegerät hat hierauf keinen Einfluss.
Da sich das Balancing bei Erreichen der Ladeendspannung, also am Ende des Ladevorganges, abspielt, ist der Ladestrom viel niedriger, als in der Hauptladephase (CC = Constant Current Modus). Außerdem ist der Ladestrom zu diesem Zeitpunkt fallend, in gleichem Umfang, wie der Ladezustand der Batterie steigt.
Schließlich sind alle Zellen vollgeladen und balanciert. Bei einer Ladeendspannung (eines 12 Volt Ladegerätes) von beispielsweise 14,4 Volt, zeigt jede Zelle 14,4 / 4 = 3,6 Volt. Der noch fließende „Ladestrom“ von beispielsweise 1,5 A wird dann nur noch durch die Strom-Spannungs-Kennlinie der Zellmodule bestimmt. ***Dabei wird der gesamte „Ladestrom“ an den Zellen vorbeigeleitet und fließt zu 100 % durch die Zellmodule****.*
Der Wert dieses Stromes bleibt konstant, bis das Ladegerät seine Spannung ändert, zum Beispiel dann, wenn es auf die Erhaltungsladespannung umschaltet.
Anmerkung: alle gängigen Batteriemonitore interpretieren den Balancerstrom als tatsächlichen Ladestrom der Zellen, wodurch die Anzeige des Batterieladezustandes (SOC) mehr oder weniger verfälscht wird, insbesondere dann, wenn das Ladegerät länger in der Vollladephase (Konstantspannung) verweilt. Während eine typische IUoU Ladekennlinie für LYP Batterien weniger als 1 Stunde in dieser Phase verweilt, kann das bei einer Blei-Gel Ladekennlinie bis zu 12 Stunden dauern. Dabei würde ein Balancerstrom von 1,5 A theoretisch zu einer SOC Fehlanzeige von +18 Ah führen. Allerdings sollte zu diesem Zeitpunkt der Batterie Monitor auf SOC = 100 % synchronisiert sein. Dann ist diese „Fehlmessung“ unwirksam.

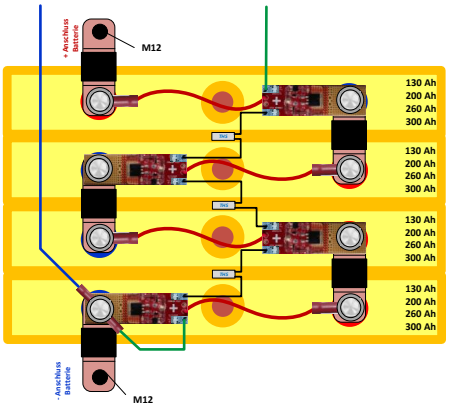
Anmerkung:
Ladegeräte mit einer IU Kennlinie, die dann abschalten, wenn der „Ladestrom“ einen bestimmten Grenzwert unterschreitet, sind möglicherweise unverträglich mit Top-Balancer Modulen. Das gilt immer dann, wenn dieser Grenzwert niedriger liegt, als der konstante Balancerstrom, der sich im ausgeglichenen Zustand der Zellen einstellt.
In diesem Fall würde das Ladegerät immer eingeschaltet bleiben.

Das CBM400 (CBM100) Zellmodul ist sehr leistungsfähig und kann im Grenzfall Ladeströme bis zu **2 (0,7) Ampere** abführen, wenn die Zellenspannung **4 Volt** erreicht. Überschreitet eine Zelle den Grenzwert von 4 Volt, würde das Zellmodul ein OVP Ereignis erkennen, und das **UBC Modul** würde das Sicherheitsrelais öffnen, wodurch die Zelle vor Schaden durch Überspannung geschützt wird.

Da bei 2 Ampere und 4 Volt eine Verlustwärme von **8 Watt entsteht, sollte man die CBM400 Module zur besseren Wärmeabfuhr unbedingt direkt an den Polen auf die Laschen schrauben**.
Andere Befestigungsmethoden (z. B. Adapterschrauben) sollte man meiden.
Siehe dazu auch die Montageanweisungen weiter unten.

4.1.3 Schutz gegen Übertemperatur

In vielen Bauanleitungen oder Beschreibungen von verwirklichten Batterien findet man eine „elegante“ einfache Technik um das Sicherheitsrelais bei Übertemperatur einer oder mehrerer Zellen zu öffnen.



Dabei werden Bimetall Temperaturschalter zwischen die Zellen gesteckt und dann in die Sicherheitsschleife mit einbezogen.

Sollte einer der Temperaturschalter zwischen den LYP Zellen bei Überschreiten der gewählten Grenztemperatur (z. B. 60 °C) öffnen, dann wird in gleicher Weise wie bei einem OVP oder UVP Ereignis die Sicherheitsschleife unterbrochen und nach 10 bis 15 Sekunden das Sicherheitsrelais geöffnet.

Allerdings hat diese einfache Technik einen gravierenden Nachteil:
Der Temperaturschalter besitzt nämlich eine Hysterese. Er schließt erst wieder, wenn die Temperatur auf einen Wert gesunken ist, der 10 bis 30 °C niedriger ist, als die Grenztemperatur. In unserem Beispiel wäre das 30 …50 °C. Solange dies nicht der Fall ist, lässt sich das Sicherheitsrelais nicht wieder schließen.

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

Die Zeit der Abkühlung der Batterie kann bei hohen Umgebungstemperaturen sehr lange dauern. Wenn einer der Temperaturschalter am unteren Rand des Toleranzbereiches von +/- 10 °C liegt und erst bei +30 °C wieder schließt, ist es möglich, dass der Temperaturschalter bei warmen Umgebungstemperaturen überhaupt nicht schließt, und somit auch das Sicherheitsrelais über die Fernbedienung nicht geschlossen werden kann.

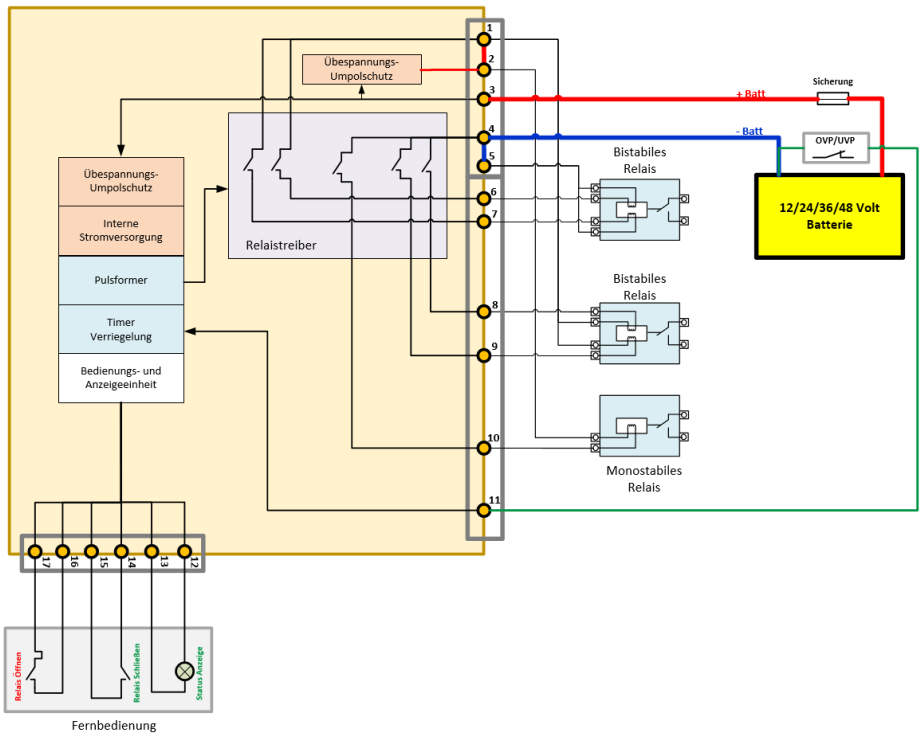
Wer auf keinen Fall auf einen Temperaturschutz verzichten möchte kann einen oder mehrere Präzisions Bimetall Temperaturschalter an Stelle der oben gezeigten Temperaturschalter verwenden. Dafür geeignet wäre zum Beispiel **TK24-T02-MG01-Ö65-S55 Bimetallschalter 250 V 16 A Öffnungstemperatur (± 5°C) 65 °C Schließ-Temperatur 55 °C**, zu beziehen bei Conrad.

Hinweis: für den optionalen **smart Batterie Monitor** BMV 712 gibt es als Zubehör einen Temperatursensor, der an der Batterie angebracht werden kann. Hierdurch wird es ermöglicht z. B. einen akustischen Alarm bei Übertemperatur auszulösen. **Gegebenenfalls kann man auch den Relaisausgang des BMV 712 in die Sicherheitsschleife einbeziehen und durch entsprechende Einstellungen am BMV 712 sehr exakt die Temperaturabschaltung sowie das Rücksetzen des Relais ermöglichen. Sie müssen sich hier aber selbst kundig machen. Möglicherweise muss die Stromversorgung des BMV712 unterbrechungsfrei an der Batterie angeschlossen werden.**

4.2 UBC Modul

4.2.1 Funktion

Die Funktion des **Universal BMS Control Modules** wird im Folgenden mit Hilfe des Funktionsdiagrammes im Bild unten dargestellt:



a) *Die **Interne Stromversorgung** stellt sicher, dass die Elektronik im gesamten Eingangsspannungsbereich des **UBC Moduls** mit einer verträglichen und konstanten Spannung versorgt wird.*

b) *Der **Pulsformer** hat die Aufgabe, für die Latching Relais die Dauer der Ansteuerpulse zu bestimmen. Latching Relais benötigen zum Schalten Strompulse. Nach dem Schalten sind sie hingegen stromlos, was der Energiebilanz der Batterie zugutekommt.*

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

c) *Der **Relaistreiber** setzt die vom Pulsformer empfangenen Signale so um, dass die Relais mit entsprechenden Strompulsen hoher Leistung angesteuert werden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen positiv und negativ angesteuerten Relais.*
Die Anschlüsse sind wie folgt belegt:
6: positiver Puls um das Relais zu schließen
7: positiver Puls um das Relais zu öffnen
8: negativer Puls um das Relais zu schließen
9: negativer Puls um das Relais zu öffnen
Am Anschluss 10 können Monostabile Relais oder Solid State Relais (SSR) betrieben werden, da hier ein Dauersignal anliegt, solange die OVP/UVP Sicherheitsschleife geschlossen ist. Insbesondere bei Systemen höherer Spannung kommen bevorzugt monostabile Relais zum Einsatz, wenn keine entsprechenden Latching Relais verfügbar sind. SSR hingegen spielen eine geringere Rolle wegen der großen Verluste bei hohen Gleichströmen. Sie eignen sich allerdings recht gut zum Schalten von Wechselspannungen, z. B. am Eingang eines Netzladegerätes.

d) *Der **Timer** stellt sicher, dass nach dem Öffnen der OVP/UVP Sicherheitsschleife zunächst eine Wartezeit von etwa 10 bis 15 Sekunden verstreicht, bevor dem Pulsformer signalisiert wird, das Sicherheitsrelais zu öffnen. Jedes Mal, wenn sich innerhalb der Wartezeit die OVP/UVP Sicherheitsschleife wieder schließt, wird auch der Timer wieder zurückgesetzt.*

e) *Die **Verriegelungsfunktion** wiederum stellt sicher, dass nach dem Öffnen des Relais dieses nicht automatisch wieder geschlossen wird, wenn sich die OVP/UVP Sicherheitsschleife wieder schließt. Dies wiederum ist zu erwarten, da durch Öffnen des Sicherheitsrelais in aller Regel die Ursache der Über- oder Unterspannung behoben wird. Die Missachtung dieses Sachverhaltes führt zum „Relaisflattern“. Dieses Problem hat in den einschlägigen Foren zu vielen Diskussionen geführt.*

f) *Die **Bedienungseinheit** sorgt dafür, dass im Falle eines geöffneten Relais, dieses wieder manuell über die Fernbedienung geschlossen werden kann. Allerdings ist dies nur dann möglich, wenn auch die Sicherheitsschleife geschlossen ist. In gleicher Weise lässt sich über die Fernbedienung das Relais öffnen und schließen, womit es die Funktion eines Batteriehauptschalters übernehmen kann.*

g) *Die **Anzeigeeinheit** stellt sicher, dass sowohl am Gerät selbst, als auch an der Fernbedienung, der Relais Status angezeigt wird. Ein geschlossenes Relais wird durch eine leuchtende Signallampe angezeigt. Dabei ist zu beachten, dass im Fehlerfall Anzeige und Position des Relais voneinander abweichen können. Hat sich beispielsweise eine der Ansteuerleitungen zum Relais gelöst, so dass dieses auf die entsprechende Ansteuerpulse nicht reagiert, dann wird trotzdem die Relaisposition angezeigt, die als Folge des letzten Steuerpulses zu erwarten wäre. Da Leistungsrelais, wie sie hier zum Einsatz kommen, mit einem deutlich hörbaren “Klick“ schalten, ist es jedoch einfach im Zweifelsfall die einwandfreie Funktion des Relais durch Schalten mit der Fernbedienung akustisch zu prüfen.*

4.2.2 Technische Eigenschaften UBC Modul

Versorgungsspannung	8...70 V
Stromverbrauch bei geschlossenem Sicherheitsrelais	~ 5 mA
Stromverbrauch bei geöffnetem Sicherheitsrelais	~ 0,06 mA
Betriebs-Temperaturbereich	-20...+50 °C
Statusanzeige am Gehäuse und an der Fernbedienung	LED
Treiberstrom Latching Relais mit neg. Ansteuerung	50 ms Puls / 5 A max
Treiberstrom Latching Relais mit pos. Ansteuerung	50 ms Puls / 100 mA max
Treiberstrom Monost. Relais mit neg. Ansteuerung	50 ms Puls / 5 A max kontinuierlich 0,5 A max
Kurzschlussschutz Relaisausgänge	Nein
Überspannungsschutz (Transienten) / Umpolschutz	Ja

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

Die Klemmen des **UBC Modules** sind wie folgt belegt:

Pin	Name	Funktion	Maximale Stromwerte
1	+ Ausgang 1	Versorgung 1 für Relais mit negativer Ansteuerung	50 ms Puls 5 A
2	+ Ausgang 2	Versorgung 2 für Relais mit negativer Ansteuerung	50 ms Puls 7 A / 0,5 A DC
3	+ Batterie	Pos. Batterieanschluss, muss mit 10 A abgesichert sein	50 ms Puls 12 A / 0,5 A DC
4	- Batterie	Negativer Batterieanschluss	50 ms Puls 12 A / 0,5 A DC
5	- Ausgang	Versorgung für Relais mit positiver Ansteuerung	50 ms Puls 7 A
6	+ Relais Schließen	350 V / 120 mA Solid State Relay an + Batt	50 ms Puls 100 mA
7	+ Relais Öffnen	350 V / 120 mA Solid State Relay an + Batt	50 ms Puls 100 mA
8	- Relais Schließen	150 V / 50 A offener Kollektor nach - Batterie	50 ms Puls 5 A
9	- Relais Öffnen	150 V / 50 A offener Kollektor nach - Batterie	50 ms Puls 5 A
10	- Monost. Relais Schließen	150 V / 50 A offener Kollektor nach - Batterie	50 ms Puls 5 A / 0,5 A DC
11	OVP/UVP Schleife	Sicherheitsschleife der Zellmodule	50 mA
12	+ LED Extern	positive Stromversorgung Externe LED	5 mA
13	- LED Extern	negative Stromversorgung Externe LED	5 mA
14	Taste Relais Schließen	Fernbedienungstaste	5 mA
15	Taste Relais Schließen	Fernbedienungstaste	5 mA
16	Taste Relais Öffnen	Fernbedienungstaste	5 mA
17	Taste Relais Öffnen	Fernbedienungstaste	5 mA

4.3 Sicherheitsrelais

Das Sicherheitsrelais wird vom UBC Modul gesteuert. Es hat die Aufgabe, die Batterie vom Bordnetz zu trennen, wenn eine der folgenden Gegebenheiten zutrifft:

- Überspannung (OVP) an einer der LYP Zellen
- Unterspannung (UVP) an einer der LYP Zellen

Außerdem kann das Sicherheitsrelais manuell geöffnet oder geschlossen werden mit Hilfe der Fernbedienung des UBC Modules.

Das Sicherheitsrelais muss entsprechend der zu erwartenden maximalen Lade- und Lastströme so gewählt werden, dass es diese Ströme schalten kann. Zusätzlich muss das Relais in der Lage sein, den maximalen **Dauerstrom zu führen, ohne dabei zu überhitzen**. Aus diesem Grunde muss man das Relais immer im Zusammenhang mit den stromführenden Zuleitungen sehen, da diese Zuleitungen den Großteil der Verlustwärme des Relais abführen müssen.

*Immerhin entsteht am Innenwiderstand des Schaltkontaktes von beispielsweise 0,3 mΩ eine **Verlustwärme von 19 Watt** bei einem Strom von 250 Ampere, oder gar von **75 Watt bei 500 Ampere**. Bei Dauerstrom muss diese Verlustwärme primär über die Zuleitungen des Relais abgeführt werden, was wiederum zu einem großen Kabelquerschnitt führt.*
*Eine Sonderstellung nehmen hier alle Relais ein, die neben der elektromechanischen Schalteinheit noch eine **Steuerelektronik im Relaisgehäuse** integriert haben.*
Das trifft auf alle 500A Relais zu, die wir in unseren Bausätzen verwenden.
Während die Schalteinheit des Relais hohe Temperaturen verträgt, gilt das für die Elektronik weniger. Dabei ist zu bedenken, dass die Elektronikbauteile nicht nur durch Überhitzung zerstört werden können, sondern allgemein mit zunehmender Temperatur schneller altern.
*Es gilt die bekannte Faustformel, dass eine Erhöhung der Temperatur um 10 Grad die Ausfallwahrscheinlichkeit verdoppelt. Im Umkehrschluss bedeutet dies, damit halbiert sich die Lebenserwartung. Erwärmt sich die Elektronik im Relaisgehäuse um 30 °C, dann verkürzt sich die Lebenserwartung auf **1/8** des ursprünglichen Wertes!*
*Der Umgang mit diesem Sachverhalt ist noch dazu „**brandgefährlich**“. Entsprechend ist bei der Wahl des Relais in den angebotenen Bausätzen die Dimensionierung der Hochstromkabel mit entsprechender Vorsicht durchzuführen und die passende **Brandschutzsicherung** für das gewählte Kabel zu ermitteln. Dazu mehr weiter unten.*
*Auch kann nicht oft genug betont werden, dass zu jedem Hochstromkabel nicht nur der passende Sicherungswert in Ampere, sondern auch die geeignete **Schaltspannung** ermittelt werden muss. So sind die meisten Standardsicherungen und **Sicherungshalter**, wie sie in der KFZ Technik verwendet werden, nur für Gleichspannungen bis 32 Volt zugelassen, also nicht anwendbar bei 36 Volt und 48 Volt Systemen. Ebenso kann der Aufdruck 250 V auf einer Sicherung bedeuten, dass diese zwar für 250 V Wechselspannung, abernicht für 250 V Gleichspannung zugelassen ist, sondern nur für 32 V Gleichspannung. Die Unkenntnis dieses Sachverhaltes kann fatale Folgen haben.*
Deshalb werden für unsere Bausätze bei der Wahl eines der angebotenen Relais, passende Sicherungen und Sicherungshalter für die Absicherung der Signalleitungen verwendet.

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

Version 1.5 **31. Januar 2021**

Im Folgenden werden die in unseren Bausätzen verwendeten Relais beschrieben:

12 Volt System		24 Volt System		48 Volt System
500 Ampere	**250 Ampere**	**500 Ampere**	**250 Ampere**	**500 Ampere**

4.3.1 Latching Relais 12 / 24 Volt / 500 Ampere

Das hier beschriebene Latching Relais Blue Sea ML-RBS 7700 (12 V) und ML-RBS 7702 (24 V) ist das leistungsfähigste Relais in unseren Bausätzen. Es kann maximal einen Dauerstrom von 500 Ampere unterstützen. Allerdings sind dazu Verbindungsleitungen von **2 x 120 qmm Querschnitt** notwendig, um die hohe Verlustwärme abzuführen.

Sowohl die Beschaffung, als auch die Handhabung solcher Leitungen sind wenig praktikabel. Insbesondere ist eine exakt symmetrische Auslegung des Kabelstranges notwendig, mit den entsprechend hohen Anforderungen an 2 separate Einzelsicherungen je Leitung. Der Umgang mit derartigen Starkstromsystemen ist gefährlich und nur eine Sache für Profis. Deshalb werden von ***Faktor*** solche Systeme nicht angeboten.

Der relativ große Kabelquerschnitt, der bei großen Strömen zur Abfuhr der Im Relais entstehenden Wärme dient, erklärt sich wohl daraus, dass dieses Relais eine Treiber-Elektronik enthält. Während die Schalteinheit des Relais hohe Temperaturen verträgt gilt das für die Elektronik weniger. Dabei ist zu bedenken, dass die Elektronikbauteile nicht nur durch Überhitzung zerstört werden können, sondern allgemein mit zunehmender Temperatur schneller altern.

Zusammenfassung der Eigenschaften:

Blue Sea Latching Relais	**ML-RBS 7700**	**ML-RBS 7702**
Type 12 Volt	500 A	500 A
Betriebsspannung	9 V ...16 V	18 V ...32 V
Kontaktwiderstand	unbekannt	unbekannt
Max Umgebungs-Temperatur	+60 °C	+60 °C
Max Dauerstrom @ Kabelquerschnitt	225 A @ 70 qmm **250 A @ 95 qmm*** 300 A @ 120 qmm 500 A @ 2x120 qmm	225 A @ 70 qmm **250 A @ 95 qmm*** 300 A @ 120 qmm 500 A @ 2x120 qmm
Puls / Zeit @ Kabelquerschnitt	400 A / 5 Min @ 70 qmm 750 A / 1 Min @ 70 qmm 2 kA / 10 Sek @ 70 qmm	400 A / 5 Min @ 70 qmm 750 A / 1 Min @ 70 qmm 2 kA / 10 Sek @ 70 qmm
Stromstoß zum Schalten des Relais (20 ms)	< 7 A @ 25 °C	< 5 A @ 25 °C
Verbrauch nach dem Schalten	0 mA	0 mA
	***geschätzt**	***geschätzt**

Weitere Angaben des Herstellers sind im Anhang zu finden.

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

Version 1.5 **31. Januar 2021**

4.3.2 Latching Relais 12 Volt / 250 Ampere

Das hier beschriebene 12 Volt Latching Relais **BTR** (Batterie Trenn Relais) von ***Faktor*** ist das technisch am weitesten ausgereifte Relais in unseren Bausätzen.
Es kann (laut Hersteller) mit einem maximalen **Dauerstrom von 250 Ampere belastet werden.**

Hervorzuheben ist vor allen Dingen der niedrige Kontaktwiderstand von typisch **0,16 mΩ**. Hierdurch wird die Wärmeentwicklung im Relais bei **250 A auf nur 10 Watt** begrenzt. **Dieses Relais ist hervorragend geeignet bei allen Systemen mit 12 Volt Batterie und maximalem Dauerstrom von 250 Ampere.**

Zusammenfassung der Eigenschaften:

Faktor Latching Relais	**BTR**
Type	250 A
Betriebsspannung	4V...17 V
Kontaktwiderstand typisch	0,16 mΩ
Min. zulässige Umgebungstemperatur	-40 °C
Max. zulässige Umgebungstemperatur	+85 °C
Max. Dauerstrom / Kabelquerschnitt	250 A @ 50 qmm*
Max. Impuls 5 Min / Kabelquerschnitt	400 A @ 50 qmm
Max. Impuls 1 Min / Kabelquerschnitt	700 A @ 50 qmm
Max. Impuls 10 Sek / Kabelquerschnitt	1,1 kA @ 50 qmm
Verbrauch nach dem Schalten	0 mA

*nach DIN VDE Vorschriften sind 70 qmm bei 250 A zu verwenden

Weitere Angaben des Herstellers sind im Anhang zu finden.

Die hervorragenden Daten dieses Relais erklären sich auch aus der Tatsache, dass das Relais **keine Elektronik** enthält, und somit auch bei hohen Temperaturen betrieben werden kann. Ganz allgemein ist bei Hochstromrelais mit eingebauter Elektronik zu beachten, dass die maximalen Temperaturen durch die Elektronik und nicht durch die Relaisschalteinheit bestimmt werden.

Urheberrecht Hans Kröger

Version 1.5 **31. Januar 2021**

Hier soll noch einmal in einer Vergleichstabelle dargestellt werden, wie sich diese verschiedenen Eigenschaften der 12 Volt Relais auf Ihre Daten auswirken. Neben den beiden hier beschriebenen Relais wird noch ein Relais eines anderen Herstellers mit verglichen, um zu zeigen, wie unterschiedlich die Eigenschaften sein können, und worauf Sie als Kunde besonders achten sollten.

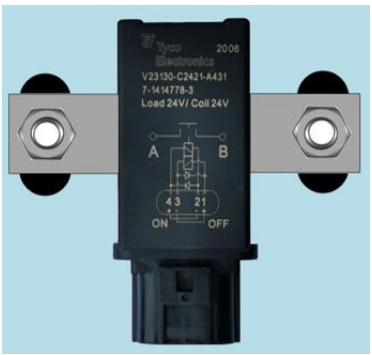
	KISS System von Faktor 12 Volt		Bausatz eines anderen
	Faktor-BTR Relais	Blue Sea ML-RBS Relais	Herstellers (mit Elektronik)
Type	250 A Relais	500 A Relais	500 A Relais
Betriebsspannung ges. System	8 V ... 17 V	9 V ...16 V	10 V ...16 V
Kontaktwiderstand Relais	0,16 mΩ*	unbekannt	0,26 mΩ*
Min. zulässige T_Umgebung ges. System	-20 °C	-10 °C	-40 °C
Max. zulässige T_Umgebung ges. System	+50 °C	+60 °C	+40 °C
Max. Dauerstrom laut Relais Hersteller	250 A @ 50 qmm (+85 °C)	250 A @ 95 qmm (+60°C)*	245 A @ 70 qmm (+40°C)
Max. Dauerstrom laut Relais Hersteller	--	500 A @ 2x120 qmm (+60°C)	500 A @ 300 qmm (+40°C)
Max. Dauerstr.* nach DIN VDE 0298-4	250 A	225 A	245 A
Max. Strom* für 5 Min	400 A	400 A	unbekannt
Max. Strom* für 1 Min	700 A	750 A	unbekannt
Max. Strom* für 10 Sek	1100 A	2000 A	1500 A
Max. Strom* für 1 Sek	2000 A	unbekannt	unbekannt
Max. Strom* für 0,1 Sek	5000 A	unbekannt	unbekannt
Verbrauch ges. System nach OVP/UVP	3 mA		2,5 mA
Verbrauch ges. System für U_zelle < 2,4 Volt	0,3 mA		0,7 mA
* Kabel 70 qmm	*10 Watt Wärme @ 250 A	*geschätzt	*65 Watt Wärme @ 500A heiß wie:

Einschränkungen in der Anwendung sind möglich

4.3.3 Latching Relais 24 Volt / 260 Ampere

Dieses Relais von Tyco ist ein weltweit weitverbreitetes Latching Relais, das es auch in einer 12 Volt Variante gibt. Es hat gute elektrische Eigenschaften die hier zusammengefasst sind:

Tyco Latching Relais	V23130
Type 24 Volt	260 A
Set / Reset Spannung	> 12 V
Kontaktwiderstand	0,4 mΩ
Umgebungs-Temperatur	-40...+120 °C
Max Dauerstrom @ Kabelquerschnitt (23 °C)*	260A @ 50 qmm
Max Dauerstrom @ Kabelquerschnitt (50 °C)*	250A @ 70 qmm
Max Dauerstrom @ Kabelquerschnitt (85 °C)*	190A @ 50 qmm
Max Dauerstrom @ Kabelquerschnitt (120 °C)*	88A @ 50 qmm
Stromstoß zum Schalten des Relais (50 ms)	< 2 A @ 32 V
Verbrauch nach dem Schalten	0 mA
*Strom von Anschluss B nach A	geschätzt



Weitere Angaben des Herstellers sind im Anhang zu finden.

Urheberrecht Hans Kröger

4.3.4 Monostabiles Relais 36 / 48 Volt / 500 Ampere

Dieses Relais von Tyco ist ein Monostabiles Relais, das im gesamten Spannungsbereich von 36 Volt bis 48 Volt eingesetzt werden kann. Es hat eine **elektronische Strombegrenzung** (PWM Economizer), die den Stromverbrauch nach dem eigentlichen Einschaltvorgang mit 1,3 A auf einen sehr niedrigen Wert zwischen 30 und 50 mA (abhängig von der Spannung) reduziert.
Somit wird die Batterie im eingeschalteten Zustand nur wenig belastet.

Tyco Monostabiles Relais	EV200
Type 32...95 Volt	500 A
Set Spannung	>= 32 V
Kontaktwiderstand	0,2 mΩ
Umgebungs-Temperatur	-40...+85 °C
Max Dauerstrom @ Kabelquerschnitt (85 °C)*	500A @ 400 qmm
Max Dauerstrom @ Kabelquerschnitt (50 °C)*	250A @ 95 qmm
Stromstoß zum Schalten des Relais (50 ms)	< 2 A
Verbrauch nach dem Schalten	50/30 mA @ 36/48 V
*Strom von Anschluss B nach A	geschätzt

Der relativ große Kabelquerschnitt, der bei großen Strömen zur Abfuhr der im Relais entstehenden Wärme dient, erklärt sich wohl daraus, dass dieses Relais eine Elektronik (Economizer) enthält. Während die Schalteinheit des Relais hohe Temperaturen verträgt, gilt das für die Elektronik weniger. Dabei ist zu bedenken, dass die Elektronikbauteile nicht nur durch Überhitzung zerstört werden können, sondern allgemein mit zunehmender Temperatur schneller altern.
Weitere Angaben des Herstellers sind im Anhang zu finden.

4.4 smart Batterie Monitor

Der optional wählbare smart Batterie Monitor BMV 712 von Victron Energy ist speziell für Lithium Batterien entwickelt worden.

Er zeichnet sich aus durch einen sehr geringen Stromverbrauch von < 1mA und einen Spannungsbereich von 6,5 V …70 V.

Für diesen smart Batterie Monitor gibt es einen kompletten Satz von Dokumenten in deutscher Sprache unter der folgenden Internetadresse:

https://www.victronenergy.de/battery-monitors/bmv-712-smart#downloads

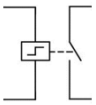
Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

Version 1.5 **31. Januar 2021**

4.5 Hochstromkabel

Ein sehr wichtiges und oft unterschätztes Thema. Dabei spielen gerade die Hochstromkabel eine entscheidende Rolle beim Temperaturhaushalt des gesamten Systems, weil sie nicht nur ihre eigene Wärme an die Umgebung abgeben sollen, sondern auch die Wärme der angeschlossenen Komponenten, wie Sicherungen und Relais. Welche Auswirkung das auf die Strombelastbarkeit des Sicherheitsrelais hat, kann man hier überdeutlich erkennen:



Kabel Querschnitt	Faktor BTR Latching Relais 250 A		Blue Sea ML-RBS 500 A Relais		Konkurrenzprodukt 500 A Relais	
	Dauerstrom (max)	Dauerleistung (max) @ 12V	Dauerstrom (max)	Dauerleistung (max) @ 12V	Dauerstrom (max)	Dauerleistung (max) @ 12V
35 mm²	160 A	1,9 kW			158 A	1,9 kW
50 mm²	200 A	2,4 kW			198 A	2,4 kW
70 mm²	250 A[1)]	3,0 kW	225 A[2)]	2,7 kW	245 A[3)]	2,9 kW
95 mm²			250 A	3,0 kW	292 A	3,5 kW
2 x 120 mm²			500 A	6,0 kW	448 A	5,4 kW
300 mm²					500 A	6,0 kW
Handhabung schwierig	+50°C max Umgebungstemperatur		+60°C max Umgebungstemperatur		+40°C max Umgebungstemperatur	
	1) kurzzeitig: 400 A für 5 Min 1.100 A für 10 Sek		2) kurzzeitig: 400 A für 5 Min 2.000 A für 10 Sek		3) kurzzeitig: 1.500 A für 10 Sek	

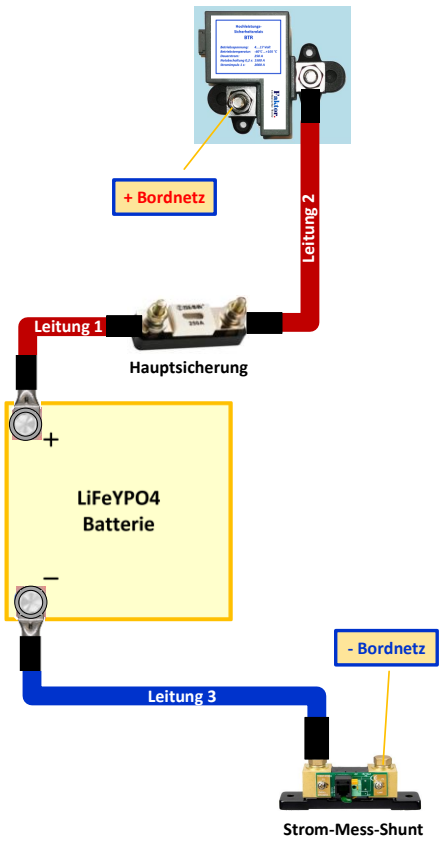
Einschränkung

Diese Tabellen gelten für Kabel, die für mindestens 80 °C Isolationstemperatur zugelassen sind (z.B. NSGAFÖU).

Warum hat das 250 A Relais höhere zulässige Stromwerte als die 500 A Relais?
Der maximale Strom des 250 A Relais wird nur durch den Kabelquerschnitt und die Temperaturverhältnisse bestimmt.
Bei den 500 A Relais kommt erschwerend hinzu, dass sie eine temperaturempfindliche Elektronik enthalten.

4.5.1 Batterie System

Hier geht es zunächst um die Verbindungskabel vom Plus Pol der Batterie zur Hauptsicherung (Leitung 1) und von der Hauptsicherung zum Sicherheitsrelais der Grundeinheit (Leitung 2). Bei den Bausätzen mit der Option smart Batterie Monitor kommt noch die Verbindung dazu vom Minus Pol der Batterie zum Mess-Shunt (Leitung 3).



Generell sollte man diese Leitungen so kurz wie möglich halten, damit der Spannungsabfall an diesen Leitungen bei großen Strömen so gering wie möglich bleibt.

Anders ausgedrückt: je länger die Leitungen sind, umso größer ist der Leitungsquerschnitt, den man wählen muss.

Darüber hinaus sind natürlich auch die Leitungen zu betrachten, die im Bordnetz den Strom an die Verbraucher verteilen. Während die üblichen direkten Verbraucher, wie Lampen, Gas- oder Diesel-Heizung, Kompressor Kühlschrank, TV Gerät usw. eher niedrige Stromwerte benötigen, ist es häufig ein Wechselrichter, der besonders hohe Ströme benötigt z. B. um einen Föhn oder eine Kaffeemaschine zu betreiben. Während diese eher kurze Laufzeiten haben, muss man auch an Verbraucher denken, die lange Laufzeiten benötigen, wie z. B. Elektrowerkzeuge (Kettensägen, Heckenscheren) oder Staubsauger.

Nicht zu vergessen sind die zur Ladung der Batterie verwendeten Geräte, die ebenfalls hohe Ströme liefern können.

Bei der Wahl des Leitungsquerschnittes eines Hochstromkabels gibt es folgende Kriterien zu beachten:

1) *Das Kabel darf bei dem maximal zu erwartenden Dauerstrom nicht überhitzen (Brandgefahr),*

Urheberrecht Hans Kröger

2) *Das Kabel muss genügend Wärme abführen, damit z. B. auch ein angeschlossenes Relais nicht überhitzt,*
3) *Das Kabel darf eine bestimmte Länge nicht überschreiten, damit am Kabelende noch genügend Spannung (ankommt) verfügbar ist.*

*In der Regel bestimmt der **maximal dauerhaft fließende Laststrom oder Ladestrom der Batterie** den Mindestquerschnitt der Hochstromkabel an der Batterie. Dieser Mindestquerschnitt ergibt sich*

1) *Aus der maximalen Temperatur, für die das Kabel zugelassen ist,*
2) *Aus der maximal zu erwartenden Umgebungstemperatur, und*
3) *Aus der Verlegeart des Kabels.*

*Als Hilfestellung bei der Wahl der Hochstromkabel werden hier die Grenzen aufgezeigt, die unter anderem durch die **Normen DIN VDE 0100 und DIN VDE 0298** vorgegeben sind.*

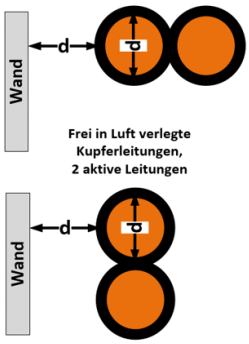
Im Folgenden gehen wir immer davon aus, dass

- **die maximale Umgebungstemperatur +50 °C beträgt,**
- **die maximal erlaubte Temperatur des Leiters der Hochstromkabel + 90 °C oder mehr ist,**
- **die Hochstromkabel von Luft umgeben sind, also weder in einem Kabelkanal noch in einem Schutzrohr verlegt sind,**
- **die Hochstromkabel so befestigt sind, dass sie von der nächsten Wand einen Abstand entsprechend ihrem Leitungsdurchmesser haben.**

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, dann ergeben sich für isolierte Kupferlitzen folgende Werte für den minimalen Kabelquerschnitt, bei maximalem Dauerstrom entsprechend den Vorgaben der **DIN VDE 0298-4 und der VDE0100**:

DIN VDE 0298-4 - VDE0100	
2 Leitungen	
Umgebung 50°C	
Leiter 90°C max	
Kabelquerschnitt (qmm)	**maximaler Dauerstrom (A)**
25	130
35	160
50	200
70	250
95	300
120	350

Kabel-Tabelle 1



Diese Werte sind gemittelt und gerundet. Sie gelten insbesondere für Leitungen der Type NSGAFÖU mit Gummiisolierung, wie sie auch von *Faktor* vertrieben werden.

Wenn Sie Hochstromkabel mit einer anderen Typenbezeichnung einsetzen, achten Sie unbedingt darauf, dass diese für eine Leiter-Temperatur von ≥ 90°C oder eine Isolations-Temperatur von ≥ 80 °C zugelassen sind.

Auszug aus der DIN VDE 0298-4:

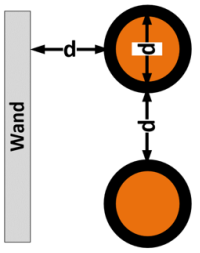
https://www.vde-verlag.de/buecher/leseprobe/9783800746910_PROBE_01.pdf

Urheberrecht Hans Kröger

Wenn die Leitungen **einzeln frei in Luft** verlegt werden, dann egeben sich **höhere zulässige Stromwerte unter Anwendung von VDE 0250 T.602:**

VDE 0250 T. 602	
1 Leitung	
Umgebung 50°C	
Leiter 90°C max	
Kabelquerschnitt (qmm)	maximaler Dauerstrom (A)
25	144
35	178
50	225
70	283
95	339
120	398

Kabel-Tabelle 2



Frei in Luft verlegte einzelne Kupferleitung

Siehe hierzu auch folgende Angaben, die sich aber auf **30 °C Umgebungstemperatur** beziehen:
https://www.hesselmann.de/data-download/produktinfo/he-nsgafou.pdf

Hinweis: Wenn man dort die Stromwerte für die von uns angenommene **maximale Umgebungstemperatur von 50 °C** umrechnet, ergeben sich die Werte in der **Kabel-Tabelle 2**.

Eine sehr gute Übersicht, welche Kabelausführungen welche Eigenschaften haben findet man hier:
https://www.helukabel.de/publication/DE/CATALOGUES/CW/Auswahltabellen_DE/Kap_K_284_323_dt_link.pdf

Möchte man die zulässigen höheren Stromwerte aus **Kabel-Tabelle 2** auch tatsächlich nutzen, dann stößt man jedoch früher an die Grenzen der maximal möglichen Kabellänge, wie im nächsten Abschnitt beschrieben.

Es ist empfehlenswert die maximalen Stromwerte aus Kabel-Tabelle 1 auch bei einzeln verlegten Leitungen einzuhalten, obwohl nach VDE 0250 T. 602 (Kabel-Tabelle 2) höhere Ströme zulässig sind. Dadurch bekommt man einen Sicherheitsbonus, der z. B. bei erhöhten Temperaturen in engen Räumen, oder in der Nähe von wärmeerzeugenden Geräten von Vorteil wäre. Das muss aber jeder für sich selbst entscheiden, entsprechend den tatsächlichen Gegebenheiten.

Im Folgenden beziehen sich alle Werte auf die maximalen Ströme nach DIN VDE 0298-4 / VDE0100 **(Kabel-Tabelle 1).**

Unter der Voraussetzung, dass Sie für Ihr System die Hochstromkabel sowohl für die Batterie als auch für das Bordnetz (bis zum Wechselrichter) alle den gleichen Querschnitt haben, können Sie die folgenden Zeilen überspringen und direkt zu Kapitel 4.5.3 gehen.

Bei unserem KISS System gibt es zwei Besonderheiten zu berücksichtigen.

1. Bei den **500 A Relais Blue Sea ML-RBS (12V / 24V) und Tyco EV200 (48 V) muss die Leitung 2, die am Relais angeschlossen** ist, bei gleichem Strom einen **größeren Kabelquerschnitt** aufweisen, als die Leitungen 1 und 3, da sonst die im Relais entstehende Wärme nicht abgeführt wird.
   Die beiden 250 A Relais (*Faktor* BTR und Tyco V23130) haben dieses Problem nicht.

maximaler Dauerstrom	min. Kabelquerschnitt 50 °C Umgebung Leitungen 1,2 und 3	min. Kabelquerschnitt für Leitung 2 bei den 500 A Relais
A	qmm	qmm
130	25	35
160	35	50
200	50	70
250	70	95
300	95	120
	nach DIN0298 VDE0100	Angaben für 60°C Umgebung

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

2. Man sollte den Spannungsverlust (Spannungsabfall) **ΔV_gesamt** entlang der Leitungen 1, 2 und 3 bei **12 Volt** (**24 Volt, 48 Volt**) Systemen auf **250 mV** (**500 mV, 1000 mV**) begrenzen, da die Verteilung des Stromes im Bordnetz durch Leitungen und Verteilersicherungen zusätzliche Spannungsverluste erfährt.
   Diese Forderung ergibt eine **maximale gesamte Länge der Leitungen 1 bis 3**, wie in der folgenden Tabellen dargestellt. Für den Fall, dass die Kabellängen länger als im Normalfall sein müssen, sind noch Werte für reduzierte Ströme angegeben.

	ΔV_gesamt = 250 mV									
Q_Kabel (qmm)	25	35	50	70	95	25	35	50	70	95
I_Dauer_max (A)	130	160	200	250	300	100	130	160	200	250
L_Kabel_System (m)	1,9	2,0	1,9	1,6	1,3	2,8	2,7	2,8	2,7	2,2
	Gesamtlänge Leitungen 1,2 und 3					Berechnung für reduzierten Strom				

Bei einem **24 Volt System** kann man einen Spannungsverlust (Spannungsabfall) **ΔV_gesamt** entlang der Leitungen 1, 2 und 3 von **500 mV** zulassen.

	ΔV_gesamt = 500 mV				
Q_Kabel (qmm)	25	35	50	70	95
I_Dauer_max (A)	130	160	200	250	300
L_Kabel_System (m)	4,7	5,2	5,6	5,7	5,9
	Gesamtlänge Leitungen 1,2 und 3				

Dann ergeben sich folgende komfortable Werte für die Leitungen 1,2 und 3:
Alle Berechnungen beruhen auf der realistischen Annahme, dass der Innenwiderstand der Hauptsicherung, des Relais und des Strom-Mess-Shunt etwa folgenden Wert hat:

R_Sich	R_Rel	R_Shunt
mΩ	mΩ	mΩ
0,3	0,2	0,1

Bisher haben wir nur die Komponenten des Batteriesystemes betrachtet:

- Leitungen 1,2 und 3
- Hauptsicherung
- Relais
- Strom-Mess-Shunt

4.5.2 Bordnetz

Zu den Hochstromleitungen gehören natürlich auch die Kabel im Bordnetz, die den Strom zu den Verbrauchern bringen.

Um deren Querschnitt und maximale Länge zu berechnen, kann man folgende Tabellen heranziehen, wiederum mit einem Spannungsverlust (Spannungsabfall) **ΔV_gesamt** entlang der Leitungen des Bordnetzes von **250 mV**.

Das ergibt einen **Gesamtspannungsabfall zwischen den Batterie-Polen und den Hochstromverbrauchern (Eingang Wechselrichter) von 2 x 250 mV = 500 mV**

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

ΔV_gesamt = 250 mV										
Q_Kabel (qmm)	25	35	50	70	95	25	35	50	70	95
I_Dauer (A)	130	160	200	250	300	100	130	160	200	250
ΔV_Kabel_Netz (mV)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
R_Kabel_Netz (mΩ)	1,92	1,56	1,25	1,00	0,83	2,50	1,92	1,56	1,25	1,00
L_Kabel_Netz (m)	2,8	3,2	3,7	4,1	4,6	3,7	3,9	4,6	5,1	5,6
Gesamtlänge Leitungen Bordnetz										
Berechnung für reduzierten Strom										

ΔV_gesamt = 250 mV								
Q_Kabel (qmm)	35	50	70	95	50	70	95	120
I_Dauer (A)	100	130	160	200	100	130	160	200
ΔV_Kabel_Netz (mV)	250	250	250	250	250	250	250	250
R_Kabel_Netz (mΩ)	2,50	1,92	1,56	1,25	2,50	1,92	1,56	1,25
L_Kabel_Netz (m)	5,1	5,6	6,4	6,9	7,3	7,9	8,7	8,8
Gesamtlänge Leitungen Bordnetz								
Berechnung für reduzierten Strom								

ΔV_gesamt = 250 mV					
Q_Kabel (qmm)	70	95	120	95	120
I_Dauer (A)	100	130	160	100	130
ΔV_Kabel_Netz (mV)	250	250	250	250	250
R_Kabel_Netz (mΩ)	2,50	1,92	1,56	2,50	1,92
L_Kabel_Netz (m)	10,2	10,7	11,0	13,9	13,5
Gesamtlänge Leitungen Bordnetz					
Berechnung für reduzierten Strom					

Für ein **24 V (48 V) System** sind bei einem zulässigen Spannungsverlust auf den Leitungen des Bordnetzes von **500 mV** (**1000 mV**) **die Kabellängen einfach doppelt (viermal) so lang wie in den Tabellen für 250 mV.**

Die Anweisungen in Kapitel 4.5.1 und 4.5.2 sollen an einem Beispiel nachvollzogen werden.

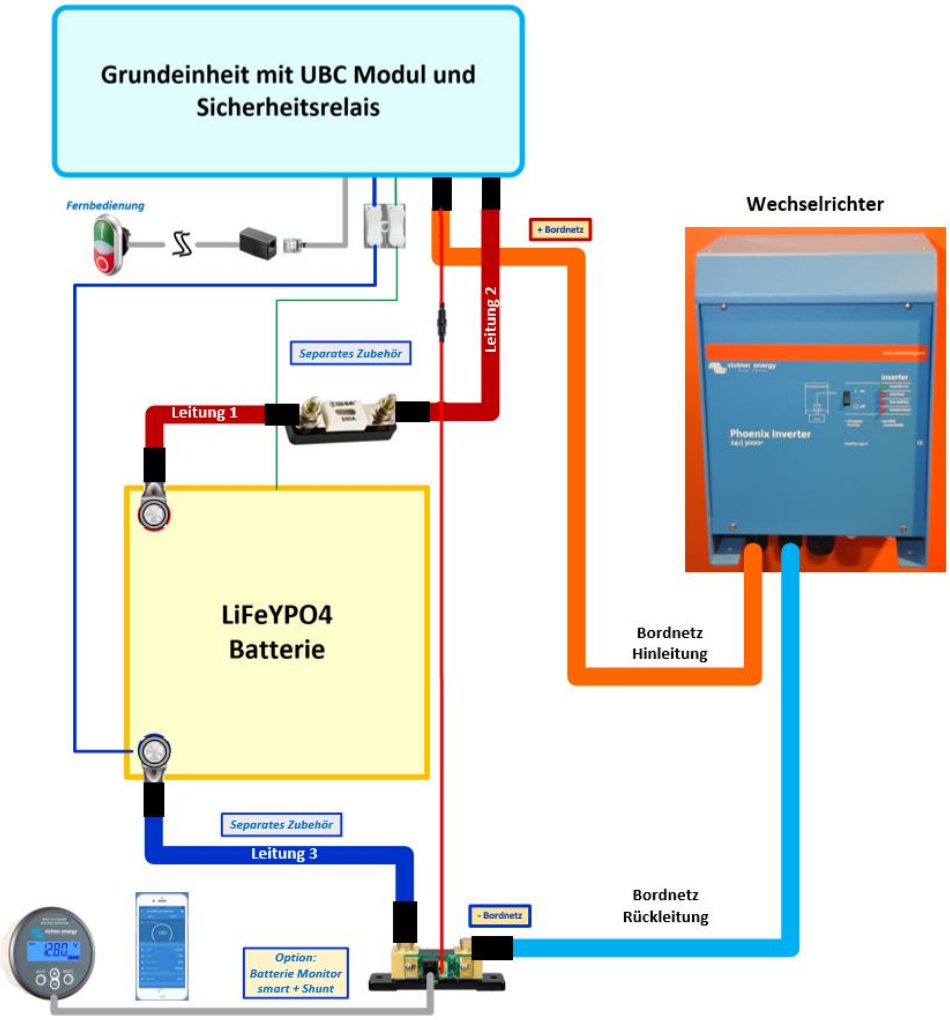
Beispiel: 50 qmm Kabel, 200 A Strom ergibt 1,9 m Kabellänge für Leitungen 1,2 und 3, und 3,7 m Kabellänge für die Leitungen des Bordnetzes, bei insgesamt 500 mV Spannungsabfall. Wenn die Batterie bei 200 A Laststrom 12,5 Volt Klemmenspannung an den Polen hat, dann wäre die Spannung am Wechselrichtereingang 12,0 Volt.

Anmerkung: Man kann natürlich die Leitungen 1,2 und 3 kürzer machen und dafür die Bordnetz Leitungen länger, solange die Summe aller Leitungen insgesamt 1,9 m + 3,7 m = 5,6 m nicht übersteigt.

Das führt schließlich zu einer vereinfachten Berechnung der Hochstromkabel in Kapitel 4.5.3, unter der **Voraussetzung, dass die Hochstromkabel sowohl für die Batterie als auch für das Bordnetz (z. B. bis zum Wechselrichter) alle den gleichen Querschnitt haben.**

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile



4.5.3 Vereinfachte Berechnung der Hochstromkabel.

Wie wir oben sehen, kommt man bei 12 Volt Systemen mit längeren Hochstromkabeln schnell in den Bereich, bei dem der Kabelquerschnitt weder von dessen maximaler zulässiger Temperatur, noch vom angeschlossenen Relais, sondern vom Spannungsabfall entlang der Leitung bestimmt wird. Wenn dieser Spannungsabfall zu groß ist, dann werden die Verbraucher mit einer zu niedrigen Spannung versorgt, was zu Fehlfunktionen führen kann.

Unter Berücksichtigung all dieser Besonderheiten ergeben sich folgende Tabellen für die richtige Wahl der Hochstromkabel bei **gegebenen Werten für die Kabellänge und den maximalen Strom**.
Die Tabellen berücksichtigen nicht nur die maximal zulässige Temperatur der Kabelisolation von 80 °C, sondern auch den maximalen Spannungsabfall entlang der Kabel, unter Einbeziehung des Innenwiderstandes der Hauptsicherung, des Sicherheitsrelais, und eines optionalen Stromfühl-Shunts.

Für diesen maximal akzeptablen Spannungsabfall zwischen den Batteriepolen und dem Eingang der Hochstromlast (Wechselrichter) wurde ΔV = 0,5 Volt für 12 Volt und 1 Volt für 24 Volt Systeme als akzeptabel festgelegt. Bei unserem 48 Volt System sind die Kabelquerschnitte ausschließlich durch die Hochstromfähigkeit des Kabels und des Relais vorgegeben. Der maximal zulässige Spannungsabfall von 2 Volt kommt hier bei Leitungen bis 12 m (und darüber hinaus) nicht zum Tragen.

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

12 Volt Systeme

Diese Tabellen gelten nur für Kabel, die für T ≥ 80 °C max Isolationstemperatur zugelassen sind (z.B. NSGAFÖU), und bei einer maximalen Umbebungstemperatur von 50 °C.

Dabei wurden fogende realistische Annahmen getroffen:

R_Sicherung = 0,3 mΩ
R_Relais = 0,2 mΩ
R_Shunt = 0,1 mΩ
T_Umgebung_max = 50 °C
ΔV ≤ 0,5 Volt

Kabel-Tabelle bei Verwendung des 12 Volt 250 Ampere Relais:

Kabel Querschnitt (qmm)	I_max (A) Kabel-Gesamt-Länge (m)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
25	130	130	130	130	124	106	93	82	74	67	62	57
35	160	160	160	160	160	142	124	111	100	91	84	77
50	200	200	200	200	200	189	167	150	136	124	115	106
70	250	250	250	250	250	242	216	196	179	164	152	142
95	250	250	250	250	250	250	250	245	225	208	194	181
120	250	250	250	250	250	250	250	250	250	247	231	216

Kabel-Tabelle bei Verwendung des 12 Volt 500 Ampere Relais:

Kabel Querschnitt (qmm)	I_max (A) Kabel-Gesamt-Länge (m)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
35	130	130	130	130	130	130	124	111	100	91	84	77
50	160	160	160	160	160	160	160	150	136	124	115	106
70	225	225	225	225	225	225	225	196	179	164	152	142
95	250	250	250	250	250	250	250	245	225	208	194	181
120	300	300	300	300	300	300	300	287	266	247	231	216

Diese Stromwerte ergeben sich aus der maximal zulässigen Kabeltemperatur.
Diese Stromwerte ergeben sich aus dem maximal zulässigen Strom des Relaiskontaktes.
Diese Stromwerte ergeben sich aus dem maximal zulässigen Spannungsverlust ΔV = 0,5 Volt an dem Gesamtwiderstand des Leitungsnetzes der sich zusammensetzt aus den Teilwiderständen R_Sicherung, R_Relais, R_Shunt, R_Kabel_Gesamt.
Die Kabel-Gesamt-Länge ist die Länge der Leitung in Metern vom Pluspol der Batterie zur Last (Wechselrichter) und zurück zum Minuspol der Batterie.
Diese Stromwerte ergeben sich aus der maximal zulässigen Relaistemperatur bei den 500 A Relais.
Es ist bemerkenswert, dass die 500 A Relais konstruktionsbedingt bei gegebenem Kabelquerschnitt kleinere Ströme zulassen, als die 250 A Relais.

Für die Richtigkeit der Werte übernehmen wir keine Gewähr!

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

Version 1.5 31. Januar 2021

24 Volt Systeme

Diese Tabellen gelten nur für Kabel, die für T ≥ 80 °C max Isolationstemperatur zugelassen sind (z. B. NSGAFÖU), und bei einer maximalen Umbebungstemperatur von 50 °C.

Dabei wurden fogende realistische Annahmen getroffen:

R_Sicherung = 0,3 mΩ
R_Relais = 0,2 mΩ
R_Shunt = 0,1 mΩ
T_Umgebung_max = 50 °C
ΔV ≤ 1 Volt

Kabel-Tabelle bei Verwendung von 24 Volt 250 Ampere Relais:

Kabel Querschnitt (qmm)	I_max (A) Kabel-Gesamt-Länge (m)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
25	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	123	114
35	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	155
50	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
70	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
95	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
120	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250

Kabel-Tabelle bei Verwendung des 24 Volt 500 Ampere Relais

Kabel Querschnitt (qmm)	I_max (A) Kabel-Gesamt-Länge (m)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
35	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
50	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
70	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225
95	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
120	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

Diese Stromwerte ergeben sich aus der maximal zulässigen Kabeltemperatur.
Diese Stromwerte ergeben sich aus dem maximal zulässigen Strom des Relaiskontaktes.
Diese Stromwerte ergeben sich aus dem maximal zulässigen Spannungsverlust ΔV = 0,5 Volt an dem Gesamtwiderstand des Leitungsnetzes der sich zusammensetzt aus den Teilwiderständen R_Sicherung, R_Relais, R_Shunt, R_Kabel_Gesamt.
Die Kabel-Gesamt-Länge ist die Länge der Leitung in Metern vom Pluspol der Batterie zur Last (Wechselrichter) und zurück zum Minuspol der Batterie.
Diese Stromwerte ergeben sich aus der maximal zulässigen Relaistemperatur bei dem 500 A Relais.
Es ist bemerkenswert, dass beim 500 A Relais konstruktionsbedingt bei gegebenem Kabelquerschnitt kleinere Ströme erlaubt sind, als bei den 250 A Relais.

Für die Richtigkeit der Werte übernehmen wir keine Gewähr!

Andere Werte lassen sich über diese Formel berechnen:

L = (Q / 17,1) x [(ΔV / I_max) – (R_Sicherung + R_Relais + R_Shunt)]
wobei folgende Einheiten gelten: L (m); Q (qmm); ΔV (mV); I_max (A); R_**** (mΩ)

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

Beispiel: Gegeben sind die Kabel-Gesamt-Länge mit 6 m, und der maximale Dauerstrom I_max von 150 A für ein System mit einem 12 V / 250 A Relais.
Wir ermitteln für 6 m Kabel-Gesamt-Länge den nächst höheren Stromwert zu 150 A mit 189 A.
Diesem Wert ist ein Kabelquerschnitt von 50 qmm zugeordnet.

Kabel-Tabelle bei Verwendung des 12 Volt 250 Ampere Relais:

Kabel Querschnitt (qmm)	I_max (A) Kabel-Gesamt-Länge (m) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
25	130	130	130	130	124	106	93	82	74	67	62	57
35	160	160	160	160	160	142	124	111	100	91	84	77
50	200	200	200	200	200	189	167	150	136	124	115	106
70	250	250	250	250	250	242	216	196	179	164	152	142
95	250	250	250	250	250	298	269	245	225	208	194	181
120	250	250	250	250	250	344	313	287	266	247	231	216

4.6 Hauptsicherung

Bei der Wahl der Hauptsicherung sind zwei Dinge wichtig.

- Der Stromwert, bei dem die Sicherung anspricht und
- die höchste Spannung, für die die Sicherung (und der Sicherungshalter) zugelassen sind.

4.6.1 Stromwert

Da es sich bei der **Hauptsicherung** ausschließlich um eine **Kabel-Brandschutz-Sicherung** handelt, ist der Stromwert der Sicherung **nur vom Kabelquerschnitt abhängig, und nicht von den angeschlossenen Geräten**. Auch muss die Sicherung so nahe wie möglich an der Batterie positioniert werden, um die ungeschützte Leitung 1 so kurz wie möglich zu halten.

Es gibt viele widersprüchlichen Darstellungen in den verschiedenen Normen und Publikationen. Beispielsweise reichen die empfohlenen Stromwerte für die Absicherung eines 50 qmm Kabels von 160 A bis mehr als 250 A.

Wenn sich kein Grund finden lässt, warum man nicht den Wert für den maximalen Dauerstrom eines Kabels auch für dessen Absicherung verwenden sollte, dann ergäbe sich die folgende Tabelle:

Kabelquerschnitt	Hauptsicherung
qmm	max Stromwert
25	130 A
35	160 A
50	200 A
70	250 A
95	300 A
120	350 A

4.6.2 Spannungswert

Bei der **Wahl des Spannungswertes** für die Sicherung, bzw. den Sicherungshalter, wird oft übersehen, dass gängige Sicherungen meist nur bis 32 Volt zugelassen sind. Diese Sicherungen kann man für 12 V und 24 V Systeme einsetzen.

Bei 36 V und 48 V Systemen stellen sie eine Gefahr dar.
Bei diesen Spannungen müssen geeignete Sicherungen und Halter verwendet werden, die in der Lage sind im Fehlerfall den Strom auch bei hohen Spannungen zuverlässig zu unterbrechen.

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

Aus diesem Grunde werden in unseren Bausätzen grundsätzlich nur Sicherungen und Halter verwendet, die für die vorgesehen Gleichspannungen zugelassen sind.

Ebenso werden als spezielles Zubehör passende Hauptsicherungen und Sicherungshalter bei ***Faktor*** angeboten, auch solche, die für 80 Volt zugelassen sind.

5. Bausätze

5.1 Übersicht

Die von ***Faktor*** angebotenen Bausätze beinhalten

- Den **Bausatz Batterie** mit allen Komponenten, die zum Bau der Batterie benötigt werden.
- Die **Grundeinheit** mit dem Universal BMS Control Modul einschließlich Fernbedienung und dem Sicherheitsrelais, alles anschlussfertig vormontiert auf einer pulverbeschichteten Aluminium Grundplatte.
- Den optionalen **smart Batterie Monitor**, einschließlich 500 A Mess-Shunt und Verbindungsleitung.

Nicht enthalten sind Batterie **Hochstromkabel mit Hauptsicherung**, da diese je nach Anwendung sehr unterschiedlich sein können. Sie werden jedoch als separates Zubehör angeboten.

Den gewünschten Bausatz findet man im ***Faktor*** online shop unter der Rubrik Batterien / Komplettsysteme.

Dort werden die Bausätze unter der Bezeichnung **KISS** (Keep It Straight and Simple) angeboten. Die Bausätze unterscheiden sich zunächst nach der **Batteriespannung**. Dabei kann man wählen zwischen: **12 Volt, 24 Volt oder 48 Volt.**

Nach der Wahl des Spannungswertes kann man wählen, ob der Bausatz mit oder ohne **smart Batterie Monitor** gewünscht wird.

Danach wählt man die **Kapazität** der Batterie. Verfügbar sind folgende Größen:

90, 100, 130, 160, 200, 260, und 300 Ah.

Zuletzt muss man sich entscheiden welche Leistungsklasse das Relais haben soll:

250 A oder 500 A. (bei 48 V ist nur ein 500 A Relais verfügbar)

Hat man sich schließlich für einen Bausatz entschieden, dann wird dieser aus

- einem von 21 vefügbaren Batteriebausätzen, und
- einer von 5 möglichen Grundeinheiten

zusammengestellt, wie hier unten am Beispiel eines Bausatzes gezeigt wird für **12V, mit smart Batterie Monitor, 200 Ah Kapazität und 250 A Relais**.

Urheberrecht Hans Kröger

Beschreibung: Lithium Batterie System KISS <Keep It Straight and Simple>

Version 1.5 **31. Januar 2021**

KISS <Keep It Straigt and Simple> Komplettset bestehend aus:

- Grundeinheit, komplett montiert und verdrahtet auf einer Aluminium Grundplatte.
- Bausatz Batterie, mit allen benötigten Kleinteilen und Verbindungselementen.
- Batterie Monitor smart mit Shunt (wenn diese Option gewählt wurde).

- Bei diesem System muss man nichts einstellen oder programmieren. Es ist extrem einfach, absolut zuverlässig und robust.
- Die Bedienung erfolgt über einen Taster mit Anzeigelampe (Fernbedienung). Fehlbedienung ausgeschlossen.
- Kann auch als Batteriehauptschalter (z.B. im Winter) verwendet werden.
- Geeignet für Umgebungstemperaturen bis +50 °C.

In der Anleitung ist der Aufbau eines kompletten Systems beschrieben, mit Hinweisen zur Montage und einer ausführlichen Bedienungsanleitung. Dabei ist weder Lötkolben noch Quetschzange notwendig. Detaillierte Piktogramme erklären dabei jeden Schritt.

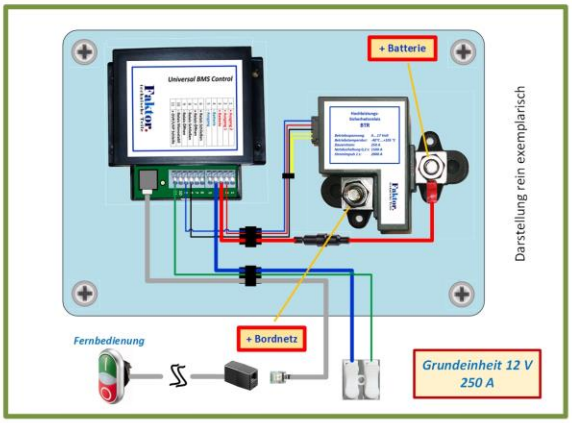
Lieferumfang Grundeinheit 12 Volt mit 250 A Relais komplett montiert und verdrahtet auf Alu Grundplatte

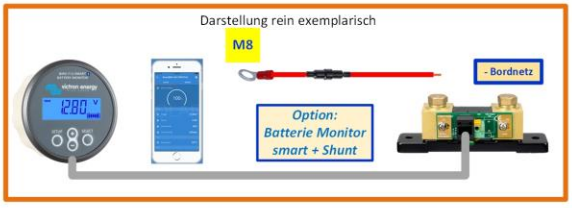
1x Universal BMS Control Modul
1x Hochleistungs Sicherheitsrelais BTR für 250 A Dauerstrom
1x Feinsicherung 10 A / 250 V mit Halter
1x Fernbedienungstaster mit RJ12 Anschlussgarnitur
2x Kabelklemmen
1x Verbindungsleitungen der Komponenten auf der Grundplatte
1x Deutsche Bedienungsanleitung gedruckt

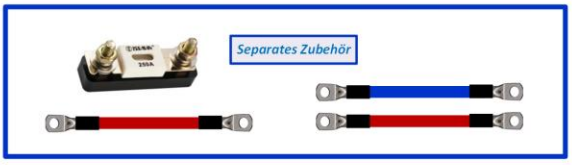
Lieferumfang Smart Monitor (wenn diese Option gewählt wurde)

1x Victron BMV 712 smart Batterie Monitor mit 500 A Shunt und Verbindungsleitung
1x Verbindungsleitung rot für Stromversorgung BMV 712 konfektioniert mit 1A Sicherung in Halterung

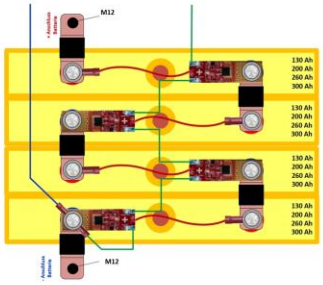
Empfohlenes Zubehör sind die Hochstromkabel und die Hauptsicherung. Diese können gemäß den Anweisungen im Handbuch gewählt/dimensioniert und als separates Zubehör hier im Shop bestellt werden.







Zellen	Pol-gewinde	Abstand Pole mm	Zell-modul	Pass-scheibe
90 Ah	M8	82	CBM100	--
100 Ah tall	M8	82	CBM100	--
130 Ah	M12	208	CBM400	--
160 Ah	M8	106	CBM400	14x8x1
160 Ah wide	M8	120	CBM400	14x8x1
200 Ah	M12	210	CBM400	--
260 Ah	M12	210	CBM400	--
300 Ah	M12	210	CBM400	--

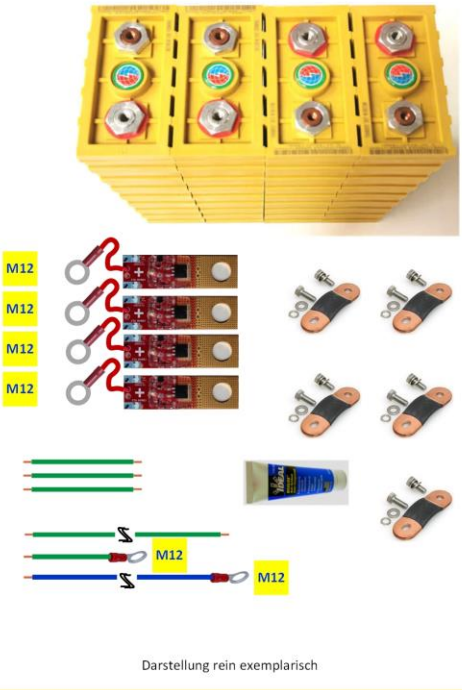


Der Bausatz Batterie enthält alle Komponenten für diese Batterie

Lieferumfang Bausatz Batterie 12 Volt

4x Zellen WINSTON LiFeYPO4 - initialisiert
3x Verbindungsstege passend zu den gewählten Zellen
2x Befestigungslaschen für die Batteriepole
8x Befestugungsschrauben für die Pole der Zellen
4x Zellmodule EV Power CBM400 mit Federklemmen aufgelötet
1x Tube Polfett
3x Verbindungsleitungen der Sicherheitsschleife grün zwischen den Zellmodulen
1x Anschlussleitung blau mit Ringkabelschuh von der Grundeinheit zum Minuspol der Batterie
1x Anschlussleitung grün für die Sicherheitsschleife zur Grundeinheit
1x Anschlussleitung grün mit Ringkabelschuh für die Sicherheitsschleife zum Minuspol der Batterie

Bausatz Batterie 12 V / 130, 200...300 Ah



Bausatz für 12V Batterie, mit smart Monitor, 200 Ah Kapazität und 250 A Relais, ohne Hochstromkabel und Hauptsicherung.

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

5.2 Bausatz Batterie

Es gibt insgesamt 21 verschiedene Batterie Bausätze, zu unterscheiden nach Spannung und Kapazität der Zellen:

12 V	**90 Ah**	**100 Ah**	**130 Ah**	**160 Ah**	**200 Ah**	**260 Ah**	**300 Ah**
24 V	**90 Ah**	**100 Ah**	**130 Ah**	**160 Ah**	**200 Ah**	**260 Ah**	**300 Ah**
48 V	**90 Ah**	**100 Ah**	**130 Ah**	**160 Ah**	**200 Ah**	**260 Ah**	**300 Ah**

Die Bausätze für 24 Volt und 48 Volt bestehen aus denselben Komponenten, wobei sich die Anzahl dieser Komponenten bei 24 Volt verdoppelt, und bei 48 Volt vervierfacht.

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

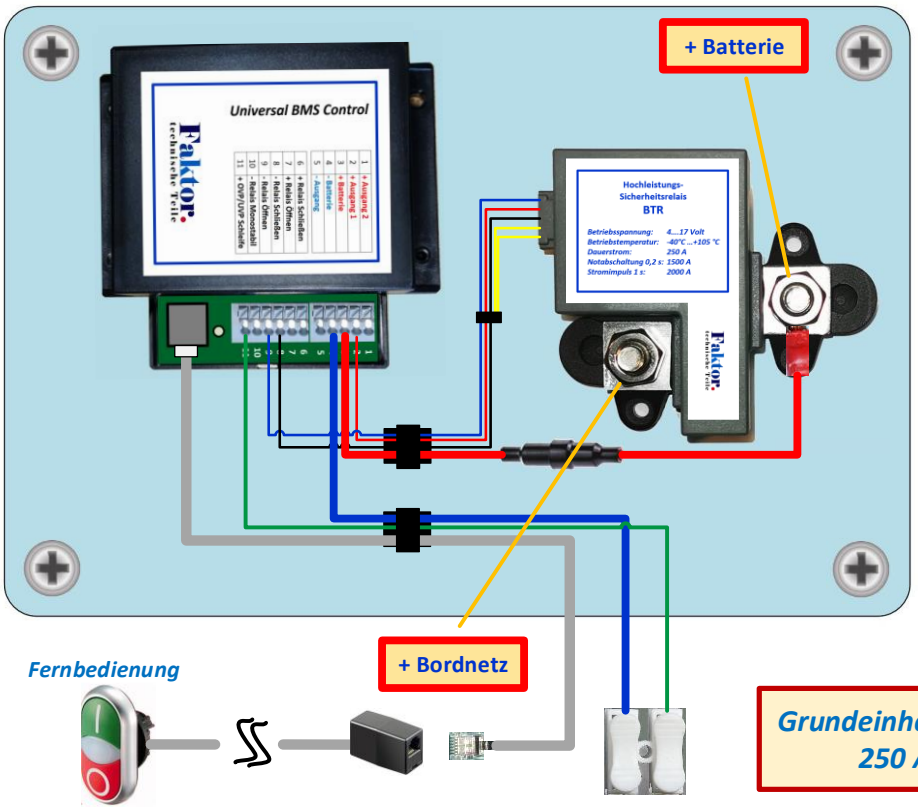
5.3 Grundeinheiten

Es gibt insgesamt 5 verschiedene **Grundeinheiten**, und zwar:

- 12 Volt System / 250 A Relais
- 12 Volt System / 500 A Relais
- 24 Volt System / 250 A Relais
- 24 Volt System / 500 A Relais
- 48 Volt System / 500 A Relais

Lieferumfang Grundeinheit 12 Volt mit 250 A Relais komplett montiert und verdrahtet auf Alu Grundplatte

1x Universal BMS Control Modul
1x Hochleistungs Sicherheitsrelais BTR für 250 A Dauerstrom, mit Befestigungspfosten
1x Feinsicherung 10 A / 250 V mit Halter
1x Fernbedienungstaster mit RJ12 Anschlussgarnitur
2x Kabelklemmen
1x Verbindungsleitungen der Komponenten auf der Grundplatte
1x Deutsche Bedienungsanleitung gedruckt



Darstellung rein exemplarisch

Urheberrecht Hans Kröger

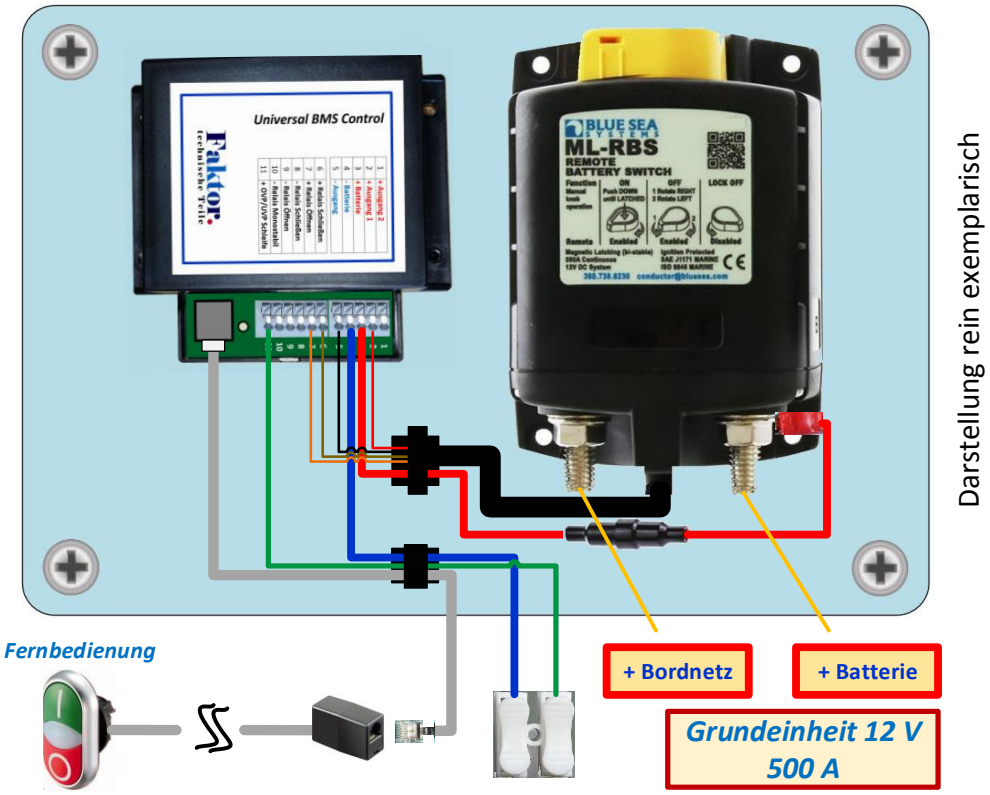
Faktor. technische Teile

Version 1.5 31. Januar 2021

Grundeinheit 12 V / 250 A

Lieferumfang Grundeinheit 12 Volt mit 500 A Relais komplett montiert und verdrahtet auf Alu Grundplatte

1x Universal BMS Control Modul
1x Hochleistungs Sicherheitsrelais ML-RBS 7700
1x Feinsicherung 10 A / 250 V mit Halter
1x Fernbedienungstaster mit RJ12 Anschlussgarnitur
2x Kabelklemmen
1x Verbindungsleitungen der Komponenten auf der Grundplatte
1x Deutsche Bedienungsanleitung gedruckt



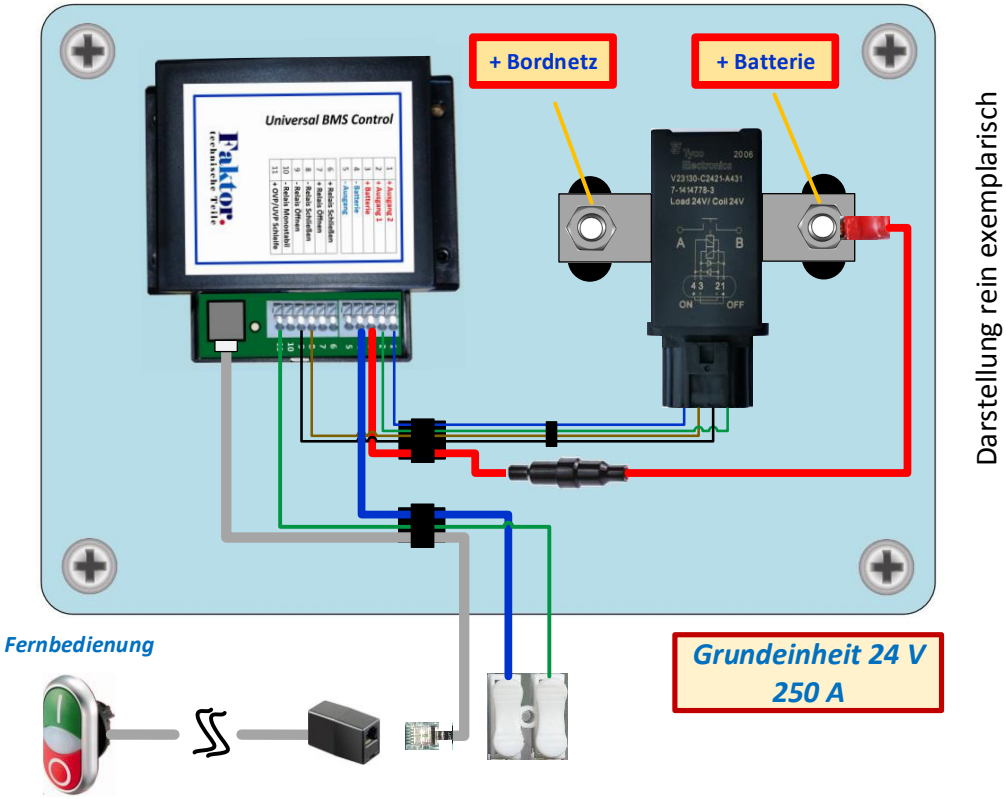
Darstellung rein exemplarisch

Grundeinheit 12 V / 500 A

Urheberrecht Hans Kröger

Lieferumfang Grundeinheit 24 Volt mit 250 A Relais komplett montiert und verdrahtet auf Alu Grundplatte

1x Universal BMS Control Modul
1x Hochleistungs Sicherheitsrelais V23130 Tyco für 250 A Dauerstrom, mit Befestigungspfosten
1x Feinsicherung 10 A / 250 V mit Halter
1x Fernbedienungstaster mit RJ12 Anschlussgarnitur
2x Kabelklemmen
1x Verbindungsleitungen der Komponenten auf der Grundplatte
1x Deutsche Bedienungsanleitung gedruckt



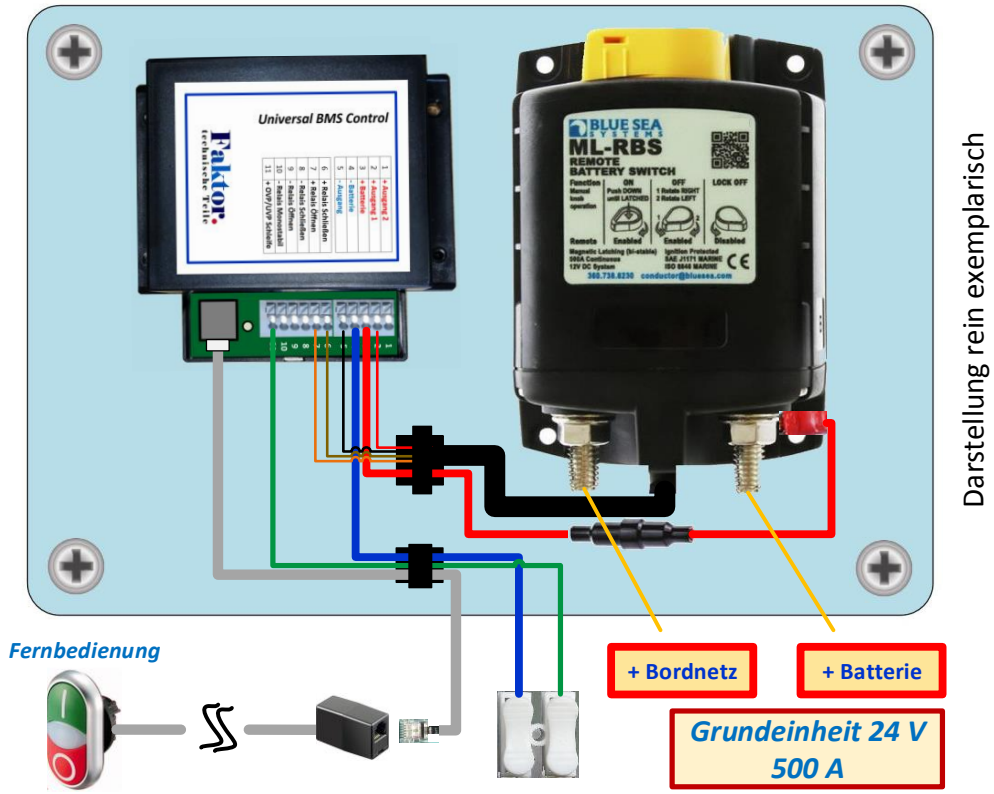
Darstellung rein exemplarisch

Grundeinheit 24 V / 250 A

Urheberrecht Hans Kröger

Lieferumfang Grundeinheit 24 Volt mit 500 A Relais komplett montiert und verdrahtet auf Alu Grundplatte

1x Universal BMS Control Modul
1x Hochleistungs Sicherheitsrelais ML-RBS 7702
1x Feinsicherung 10 A / 250 V mit Halter
1x Fernbedienungstaster mit RJ12 Anschlussgarnitur
2x Kabelklemmen
1x Verbindungsleitungen der Komponenten auf der Grundplatte
1x Deutsche Bedienungsanleitung gedruckt



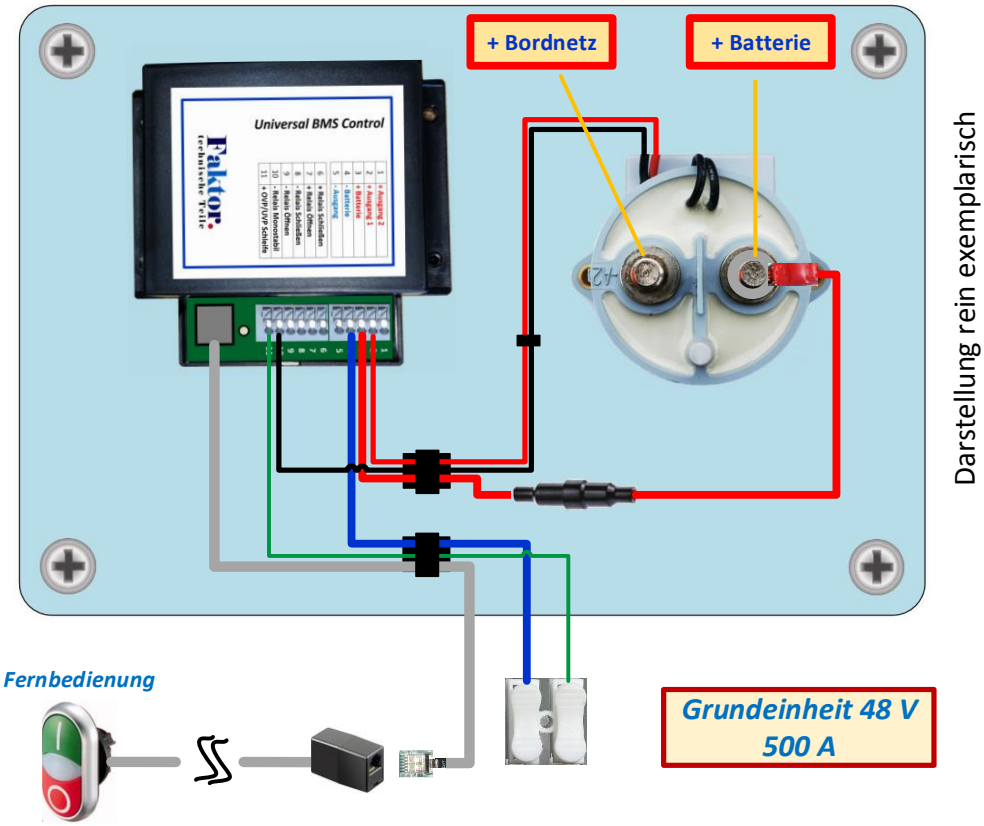
Darstellung rein exemplarisch

Grundeinheit 24 V / 500 A

Urheberrecht Hans Kröger

Lieferumfang Grundeinheit 48 Volt mit 500 A Relais komplett montiert und verdrahtet auf Alu Grundplatte

1x Universal BMS Control Modul
1x Hochleistungs Sicherheitsrelais EV200 von Tyco für 500 A
1x Feinsicherung 10 A / 250 V mit Halter
1x Fernbedienungstaster mit RJ12 Anschlussgarnitur
2x Kabelklemmen
1x Verbindungsleitungen der Komponenten auf der Grundplatte
1x Deutsche Bedienungsanleitung gedruckt



Darstellung rein exemplarisch

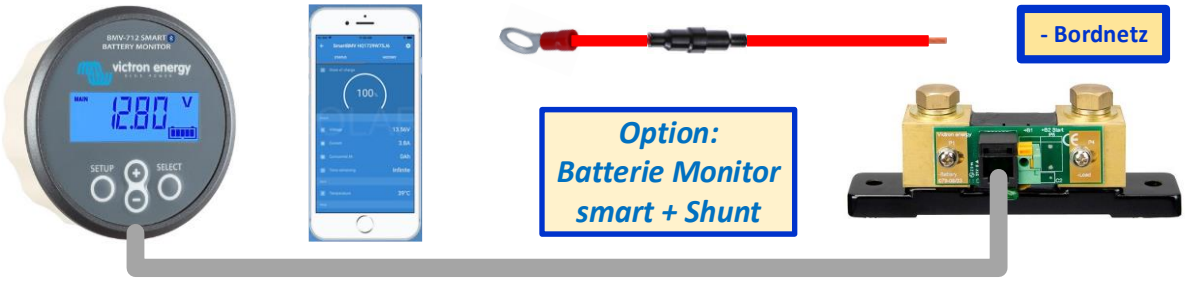
Grundeinheit 48 V / 500 A

Urheberrecht Hans Kröger

5.4 smart Batterie Monitor

Alle Bausätze sind in einer Version mit **smart Batterie Monitor**, und einer Version ohne smart Batterie Monitor erhältlich.

Als **smart Batterie Monitor** wird der allgemein bekannte und bewährte Batterie Computer BMV-712 smart mit 500 Ampere Mess-Shunt von Victron Energy angeboten.



Das BMV-712 smart System bietet die Möglichkeit alle wesentlichen Parameter über den Zustand der Batterie abzulesen, entweder direkt an der Anzeigeeinheit oder an einem Smartphone, das über Bluetooth mit dem BMV-712 verbunden ist.

Insbesondere kann man den aktuellen Ladezustand (SOC = State of Charge) der Batterie ablesen, entsprechend der Tankanzeige in einem KFZ.

Die entsprechenden Apps sind für iPhones und Android Smartphones in den Appstores zu finden.

Der BMV-712 smart eignet sich wegen seines extrem niedrigen Stromverbrauches von < 1mA besonders für Lithium Batterie Systeme, für die er gezielt entwickelt wurde.

Eine umfangreiche Dokumentation des BMV-712 ist im Internet unter der folgenden Link abrufbar:

https://www.victronenergy.de/battery-monitors/bmv-712-smart?_ga=2.130773007.10758417.1602904610-662315846.1568010521

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

6. Anhang

6.1 Herstellerdaten der Relais

6.2.1 Faktor BTR Latching Relais

Faktor Latching Relais BTR

Elektrische Spulendaten	
Nennspannung	12 V
Ansprech/Rückfall Spannung @ -40°C...+85°C	4 V ... 24 V
Spulenwiderstand	2 x 4 Ω +/- 10 %
Minimale Erregungsdauer	30 ms
Maximale zulässige Erregungsdauer	500 ms
Empfohlene Erregungsdauer	40...60 ms
Typische Induktivität, 20Hz, 1V	8,3 mH
Anforderungen Kontakte	
Betriebsspannungsbereich @ 23 °C	4...17 V
Ausführung Kontakt	AgSnO2
typischer Einschaltwiderstand	0,16 mΩ
maximaler Einschaltwiderstand	0,30 mΩ
Stromtragfähigkeit	
dauerhaft @ 85°C / Kabel 25 qmm	170 A*
dauerhaft @ 85°C / Kabel 35 qmm	200 A*
dauerhaft @ 85°C / Kabel 50 qmm	250 A*
Notabschaltung, Stromflußzeit 200 ms, 14 V	1500 A (10x)
Notabschaltung, Stromflußzeit 150 ms, 14 V	3000 A (3x)
Notabschaltung, Stromflußzeit 100 ms, 14 V	5000 A (1x)
Stromimpuls 1 s	2000 A
Stromimpuls 150 ms	4000 A
Stromimpuls 100 ms	5000 A
Allgemeine Daten	
Gewicht	ca. 110 g
mechanische Lebensdauer	10^6
Schutzgrad	IP6K4K
Betriebstemperaturbereich	-40 °C...+85 °C
mech. Schock, halbsinus 6 ms, 6 Richtungen	50 g

*Beachten Sie die maximal zulässigen Werte für die Stromtragfähigkeit von Leitern nach DIN VDE 0298, VDE 0100, DIN 57100, VDE 0250 T.602

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

6.2.2 Latching Relais Blue Sea ML-RBS 7700 (12 V) und ML-RBS 7702 (24 V)

BLUE SEA SYSTEMS
Marine Electrical Products

ML–Series
Remote Battery Switches (with manual control)
PN 7700 / PN 7702
Solenoid Switches (without manual control)
PN 7701 / PN 7703

- Magnetic Latch—draws no current in ON or OFF state, only draws current when changing state of switch
- Silver alloy contacts provide high reliability for switching live loads
- Manual control override knob provides an added level of safety allowing control with or without power, and offering LOCKED OFF capability for servicing (Remote Battery Switch ONLY)
- LED output to remotely indicate switch state
- Tin-plated copper studs for maximum conductivity and corrosion resistance
- Label recesses for circuit identification

Specifications	12V DC	24V DC
Cranking Rating	See table below	See table below
Intermittent Rating	See table below	See table below
Continuous Rating	See table below	See table below
ML-Coil Function	Bi-Stable	Bi-Stable
Operating Voltage (contacts)	0-64V	0-64V
Control Voltage	9-16V DC	18-32V DC
Amperage Operating Current	0 mA continuous <7A when changing state (20 ms)	0 mA continuous <4A when changing state (20 ms)
Terminal Stud Size	3/8"-16	3/8"-16
Maximum Terminal Stud Torque	140 in-lb (15.8 N•m)	140 in-lb (15.8 N•m)
Ring Terminal Size	3/8" (M10)	3/8" (M10)
Terminal Ring Diameter Clearance	1.18" (30 mm)	1.18" (30 mm)
Live Current Switching	10,000 @ 12V, 300A 10,000 @ 24V, 150A 2,000 @ 48V, 100A	10,000 @ 12V, 300A 10,000 @ 24V, 150A 2,000 @ 48V, 100A
Mechanical Switching	100,000 Cycles	100,000 Cycles
Remote Switch PN 2145		
Action	Momentary SPDT (ON)-OFF-(ON)	
Seals	Internal & External Gasket Panel Seal	
Mounting Hole	0.83"x 1.45" (21.08 mm x 36.83 mm)	
LED Rating	100,000 hours half-life	

Regulatory Meets ISO 8846 and SAE J1171 external ignition protection requirements, CE marked, Rated IP66

Wire Size and Current Ratings

Wire Size	Cranking 30 sec.	Intermittent 5 min.	Continuous (UL 1107)
2/0 AWG (70 mm²)	1,000A	400A	225A
4/0 AWG (120 mm²)	1,100A	400A	300A
2× 4/0 AWG (2x 120 mm²)	1,450A	700A	500A

Solenoid Switch			
PN	Termination	Manual Control	Control Circuit
7701	Tinned Wires	No	12V DC
7703	Tinned Wires	No	24V DC

Remote Battery Switch			
PN	Termination	Manual Control	Control Circuit
7700	Tinned Wires	Yes	12V DC
7702	Tinned Wires	Yes	24V DC

Blue Sea Systems, Inc.
4600 Ryzex Way
Bellingham, WA
98226 USA
Phone 360.738.8230
www.bluesea.com

90180170 Rev.006

Overview of Application

The ML-Series Remote Battery Switch/Solenoid Switch provides high-current carrying and switching under load. The Remote Battery Switch/Solenoid Switch is installed close to the battery banks. A single pole double throw (SPDT) Control Switch Panel, or two momentary push button switches, operate the Remote Battery Switch/Solenoid Switch. Control Switches are installed in a convenient location near other electrical controls or companionway (see illustrations on reverse).

The Manual Control Override Knob provides (Remote Battery Switch Only):
- an added level of safety that allows manual ON-OFF control with or without power
- LOCK OFF for servicing the electrical system

A remote LED (sold separately) indicates a closed connection between battery bank and load, or between two battery banks when used as an emergency cross-connect.

Remote Operation. The momentary (SPDT) (ON)-OFF-(ON) Remote Control Contura Switch can provide cross connect and/or battery isolation. The Control Switch should be mounted in a convenient location near helm controls to allow for quick access.

To connect battery bank to load, or combine battery banks	Momentarily depress control switch actuator to "ON". Remote LED indicates closed connection.*
To disconnect battery bank from load, or isolate battery banks that are connected	Momentarily depress control switch actuator to "OFF".*

Emergency Manual Control Override Operations (Remote Battery Switch Only)

To connect battery bank to load, or combine battery banks	With Override Knob in (REMOTE position), push button until latched (Push to Latch On).	
To disconnect battery bank from load, or isolate battery banks that are connected	Rotate Override Knob to right to release button from Latch On mode (button pops up). Rotate Override Knob to left (REMOTE position).	
To prevent remote operation	Rotate Override Knob to right (LOCK OFF position).	
To secure for servicing	With Override Knob in (LOCK OFF position), pass cable tie through hole.	

* If the Control Switch is held ON or OFF for 5 seconds, the internal coil protection will engage and the Remote Battery Switch/Solenoid Switch will not respond to further remote input for approximately 10 seconds.

⚠ CAUTION ⚠

- ☑ These instructions are intended to provide assistance with the installation of this product, and are not a substitute for a more comprehensive understanding of electrical systems. We strongly recommend that a competent electrical professional perform the installation of this product.
- ☑ The illustrated wiring diagram represents a common installation and is not meant to be a guide for wiring a specific vessel. The wiring diagram shows a single battery bank installation.
- ☑ Disconnect all negative battery connections before beginning the installation.
- ☑ All unused control wires should be carefully insulated from each other and from accidental contact using heat shrink tubing or electrical tape. External contact or shorting between control wires can lead to malfunction.

Installation Instructions

Mounting

Install as close as possible to battery bank. To avoid corrosion to connecting wires and terminals, mount in a dry and protected location. Avoid mounting directly above vented lead acid batteries so that the Remote Battery Switch/Solenoid Switch is not exposed to corrosive gasses expelled from the batteries.

High Current Primary Circuit Connections (stud terminals A and B)

For help selecting the appropriate wire size and circuit protection rating, go to www.bluesea.com and click the *Circuit Wizard* quick link.

NOTE: Stud terminals A and B are interchangeable. The load can be connected to A or B; the battery bank can be connected to A or B.

To connect high current circuit wires:
1. Connect the battery bank to one of the stud terminals marked A or B.
2. Connect the load to the other stud terminal marked B or A.
3. Torque the high current terminal stud nuts to 140 in-lbs (15.8 N•m) maximum.

NOTE: If switching an inverter, windlass, bow thruster, etc., the circuit wires must have circuit protection to comply with ABYC guidelines. Wires used for engine starting do not require circuit protection.

Control Circuit Connections (wires contained in the wire harness)

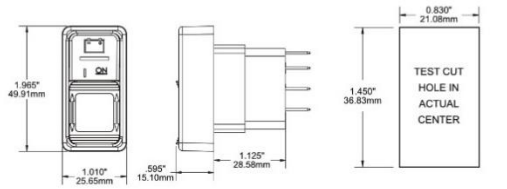
NOTE: The Remote Battery Switch/Solenoid Switch is designed to be controlled by momentary SPDT switch, (included), or two momentary push button switches. Use minimum 18 AWG wire for the Control Circuit.

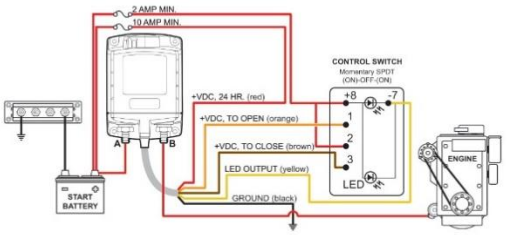
To connect DC power to the Remote Battery Switch/Solenoid Switch Control Circuit:
1. Connect the red wire through a 10A (min) circuit protection device to DC+. The power source should be a direct connection to the battery.
2. Connect the black wire to DC ground.

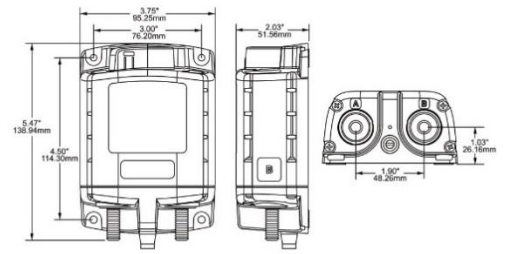
To connect the momentary SPDT Contura Control Switch:
1. Connect the common load terminal of the Control Switch, pin 2, through a 2A (min) circuit protection device to DC+. Use a 24-hour power source (connected directly to the battery).
2. Connect the brown wire to the CLOSE side of the Control Switch, pin 3.
3. Connect the orange wire to the OPEN side of the Control Switch, pin 1.
4. Connect the LED power terminal of the Control Switch, pin 8, through 2A (min) circuit protection device to DC+. **Note: This connection can share the same wire/fuse as step #1 above, (see diagram).**
5. Connect the LED Ground terminal of the Control Switch, pin 7, to the yellow wire of the Remote Battery Switch.

Guarantee
Blue Sea Systems stands behind its products for as long as you own them.
Find detailed information at www.bluesea.com/about.
For customer service, call 800-222-7617.

Installation Instructions







Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

6.2.3 Tyco Latching Relais V23130 (24 V)

RELAY PRODUCTS

Automotive Relays
High Current Devices

Battery Disconnect Switch BDS-A (Latching)

- **Limiting continuous current 190A at 85°C**
- **Electrically settable and resettable ON/OFF bistable device**
- **Suitable for voltage levels up to 42VDC**
- **High peak current carrying capability up to 1500A[1)]**

F130_fcw1_bw

Typical applications
Preheating systems (e.g. for diesel engines, catalytic converters), battery disconnection to prevent fire caused by short circuits during an accident, dual battery applications provide the start reliability by a separate starter battery, keeps the power net in balance and to control and secure the health of the energy storage systems, seasonal, service and transport deactivation, high current switching, energy management, battery coupling.

Contact Data	12VDC	24VDC
Contact arrangement	1 form X, 1 NO DM (bridge)	
Rated voltage	12VDC	24VDC
Max. switching voltage	depends on load parameter[2)]	
Rated current		
load current from Terminal B to A, cable 50mm²	260A	
Limiting continuous current		
23°C, load cable 50mm²	260A	
85°C, load cable 50mm²	190A	
125°C, load cable 50mm²	88A	
Limiting making current,		
resistive load, cable 50mm², 23°C,		
ton/toff=0.5s/10min	1500A, >5 ops.[1)]	
Limiting breaking current,		
resistive load, cable 50mm², 23°C,		
ton/toff=0.5s/10min	1500A, >5 ops.[1)]	
Limiting short-time current,		
overload current at 23°C, cable 50mm²,		
1000A,1s - 0A, 9s	50x10³ ops.[3)]	
Contact material	$AgSnO_2$	
Contact style	bridge contact	
Initial voltage drop	at 100A<40mV post 1min	
Operate/release time typ.	5ms at 14VDC (coil voltage)	
Electrical endurance		
inductance 0.1mH, temperature change		
(-40/25/120°C) 2h each; cable 35mm²		
180A, ton/off	>13x10³ ops., 1.5/5s.	
100A, ton/off	>50x10³ ops., 1.5/5s	
150A, ton/off		>25x10³ ops., 0.5/5s
100A, ton/off		>70x10³ ops., 0.5/5s
Mechanical endurance	>150x10³ ops.	

1) Important: please pay attention to load current direction.
2) Please contact TE relay application engineer.
3) Values are influenced by system temperature and load current. For further details please consult TE relay application engineers.

Coil Data	
Magnetic system	bistable (two coil system)
Rated coil voltage	12/24VDC
Max. coil power	approx. 7W at 20°C for Uon/Uoff
Max. coil temperature	155°C

Coil versions, bistable 2 coils

Coil code	Rated voltage VDC	Set voltage VDC	Reset voltage VDC	Coil resistance Ω±10%	Impulse length ms
2021	12	6	6	4.7	15 to 100
2421	24	12	12	19.9	15 to 100

All figures are given for coil without preenergization, at ambient temperature +23°C.

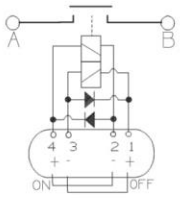
Insulation Data	
Initial dielectric strength	
between open contacts	$500V_{rms}$
between contact and coil	$500V_{rms}$

Other Data	
Ambient temperature	-40°C to +120°C
Degree of protection	
dustproof/splash water proof:	IP54 (IEC 60529), RT I (IEC 61810)
Vibration resistance (functional)	
IEC 60068-2-6 (sine sweep)	22 to 500Hz, min. 10g.
Shock resistance (functional)	
IEC 60068-2-27 (half sine)	11ms, min. 40g[4)]
Terminal type	connector and screw
Weight	approx. 210g (7.4oz)
Packaging unit and delivery[5)]	24 pcs.

4) No change in the switching state >10µs.
5) Bistable relays are delivered in the reset position (open contacts). Due to mechanical impacts during transportation, we advise to check the contact status on receipt. Latching (delivery status "ex works").

Terminal Assignment

X2D2C
1 form X, 1 NO DM (bridge),
with 2 coils and 2 diodes



Terminal	Function
4	Set Coil (+)
3	Reset Coil (-)
2	Set Coil (-)
1	Reset Coil (+)
A	Load Terminal
B	Load Terminal

Set = A and B get connected

06-2012, Rev. 0612
www.te.com
© 2011 Tyco Electronics Corporation,
a TE Connectivity Ltd. company.

Datasheets and product specification according to IEC 61810-1 and to be used only together with the 'Definitions' section.

Datasheets and product data is subject to the terms of the disclaimer and all chapters of the 'Definitions' section, available at http://relays.te.com/definitions

Datasheets, product data, 'Definitions' section, application notes and all specifications are subject to change.

1

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile

6.2.4 Tyco Monostabiles Relais EV200 (32…95 V)

TE connectivity

KILOVAC High Voltage DC Contactors

KILOVAC EV200 Series Contactor With 1 Form X (SPST-NO) Contacts Rated 500+ Amps, 12-900 Vdc

Product Facts

- **Designed to be the smallest, lightest weight, lowest cost sealed contactor in the industry with its current rating (500+A carry, 2000A interrupt at 320VDC)**
- **Built-in coil economizer — only 1.7W hold power @ 12VDC and it limits back EMF to 0V. Models requiring external economizer also available**
- **Optional auxiliary contact for easy monitoring of power contact position**
- **Hermetically sealed — intrinsically safe, operates in explosive/harsh environments with no oxidation or contamination of coil or contacts, during long periods of non-operation**
- **Versatile coil/power connections**
- **UL Recognized for the U.S. and Canada (File E208033) All contact ratings & coil versions may not be UL Recognized**
- **CE marked for EC applications**
- **AIAG QS9000 designed, built and approved**
- **RoHS versions available**

EV200 Series Contactor (CZONKA Relay, Type III)

Coil Operating Voltage (Valid Over Temperature Range)			
Voltage (Will Operate)	9-36VDC	32-95VDC	48-95VDC
Voltage (Max.)	36VDC	95VDC	95VDC
Pickup (Close) Voltage Max.	9VDC	32VDC	48VDC
Hold Voltage (Min.)	7.5VDC	22VDC	34VDC
Dropout (Open) Voltage (Min.)	6VDC	18VDC	27VDC
Inrush Current (Max.)	3.8A	1.3A	0.7A
Holding Current (Avg.)	0.13A@12V, 0.07A@24V	0.03A@48V	0.02A@72V
Inrush Time (Max.)	130ms	130ms	130ms

Ordering Information

Typical Part Number ▶ **EV200 A A A N A**

Series:
EV200 = 500+ Amp, 12-900VDC Contactor

Contact Form:
A = Normally Open
H = Normally Open with NO Aux. Contacts
G = Normally Open with NC Aux. Contacts

Coil Voltage:
A = 9-36VDC (1 = requires external coil economizer)
D = 32-95VDC (2 = requires external coil economizer)
J = 48-95VDC (3 = requires external coil economizer)
R = 28VDC with Mechanical Economizer

Coil Wire Length:
A = 15.3 in (390 mm)

Coil Terminal Connector:
N = None
C = Molex Mini-fit Jr, 2 Skt, Female 18-24, P/N 39-01-2020 & 39-00-0060 +red is pin 1 (A length only)

Mounting & Power Terminals:
A = Bottom Mount & Male 10mm x M8 Terminals

For factory-direct application assistance, dial 800-253-4560, ext. 2055, or 805-220-2055.

Performance Data

Contact Arrangement, Power Contacts — 1 Form A (SPST-NO)
Rated Operating Voltage — 12 - 900 VDC
Continuous (Carry) Current, Typical — 500 A @ 85°C, 400 mcm conductors
Consult Factory for required conductors for higher (500+ A) currents
Make/Break Current at Various Voltages [1] — See graph next page
Break Current at 320VDC [1] — 2,000 A, 1 cycle [3]
Contact Resistance, Typ. (@200A) — 0.2 mohms
Load Life — See graph next page
Mechanical Life — 1 million cycles
Contact Arrangement, Auxiliary Contacts — 1 Form A (SPST-NO)
Aux. Contact Current, Max. — 2A @ 30VDC / 3A @ 125VAC
Aux. Contact Current, Min. — 100mA @ 8V
Aux. Contact Resistance, Max. — 0.417 ohms @ 30VDC / .150 ohms @ 125VAC
Operate Time @ 25°C — Close (includes bounce), Typ. — 15 ms Bounce (after close only), Max. — 7 ms Release (includes arcing), Max @ 2000A — 12 ms
Dielectric Withstanding Voltage — 2,200 Vrms @ sea level (leakage <1mA)
Insulation Resistance @ 500VDC — 100 megohms [2]
Shock, 11ms 1/2 Sine, Peak, Operating — 20 G
Vibration, Sine, 80-2000Hz., Peak — 20 G
Operating Ambient Temperature — -40°C to +85°C
Weight, Nominal — .95 lb. (.43 kg)

Notes:
[1] Main power contacts
[2] 50 at end of life
[3] Does not meet dielectric & IR after test, 1700 amp for unit with Aux. Contacts

7 KILOVAC High Voltage DC Contactors

7–21

Catalog 5-1773450-5
Revised 3-13

www.te.com

Dimensions are shown for reference purposes only. Specifications subject to change.

Dimensions are in millimeters unless otherwise specified.

USA: +1 800 522 6752
Asia Pacific: +86 0 400 820 6015
UK: +44 800 267 666

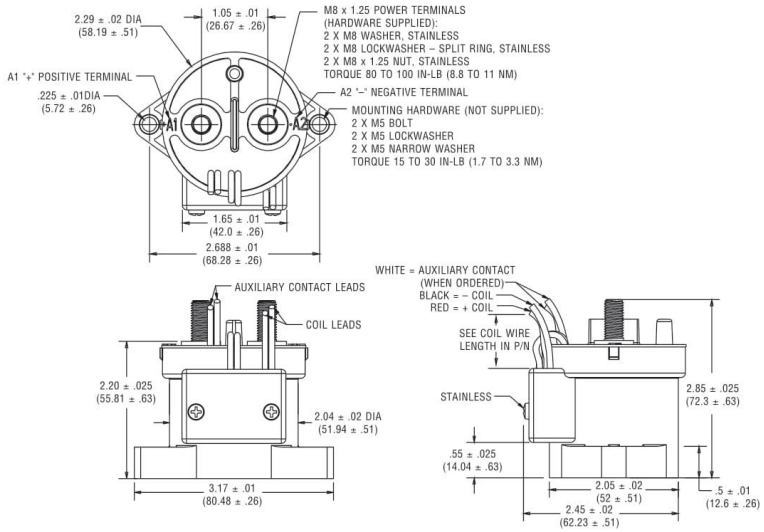
For additional support numbers please visit www.te.com

Urheberrecht Hans Kröger

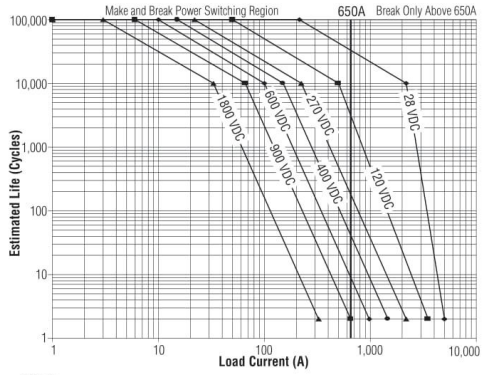
Faktor. technische Teile

KILOVAC EV200 Series (CZONKA Relay, Type III) (Continued)

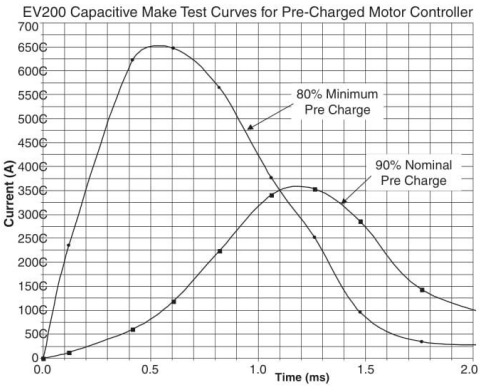
Outline Dimensions



Estimated Make & Break Power Switching Ratings



NOTES:
1) For resistive loads with 300µH maximum inductance. Consult factory for inductive loads.
2) Estimates based on extrapolated data. User is encouraged to confirm performance in application.
3) End of life when dielectric strength between terminals falls below 50 megohms @ 500VDC.
4) The maximum make current is 650A to avoid contact welding.



For factory-direct application assistance,
dial 800-253-4560, ext. 2055, or
805-220-2055.

Catalog 5-1773450-5
Revised 3-13

www.te.com

Dimensions are shown for reference purposes only. Specifications subject to change.

Dimensions are in millimeters unless otherwise specified.

USA: +1 800 522 6752
Asia Pacific: +86 0 400 820 6015
UK: +44 800 267 666

For additional support numbers please visit www.te.com

Urheberrecht Hans Kröger

Faktor. technische Teile