

Nilfisk Lithium-Ionen-Batteriemodul



Wartungshandbuch



Deutsch

04/21 Formular-Nr. 56043180

Inhalt

Allgemeine Informationen	1
Beschreibung des Lithium-Ionen-Batteriemoduls	1
Revisionstabelle	1
Technische Daten	2
Sicherheit der Lithium-Ionen-Batterie	3
Allgemeines	3
Erhalt.	3
Lagerung	3
Installation und Handling	4
Elektrik	4
Leckage oder Brand	4
Lagerung des Batteriemoduls	5
Vor dem Lagern	5
Während der Lagerung	5
Entsorgung	6
Versand	6
Transportvorschriften	6
Gütertransport auf der Straße	6
Gütertransport auf der Schiene	6
Überseetransport	6
Lufttransport	6
Funktionsbeschreibung	7
Funktionsweise von Lithium-Ionen-Batterien	7
Nilfisk Lithium-Ionen-Batteriemodule	8
Modularität der Batterie	9
Elektrische Verbindung	10
Batterie-Management-System (BMS)	10
CAN-Bus-Kommunikationssystem	11
Drucktaste und Kontrollleuchte des Batteriemoduls	11
Drucktaste	11
Batteriesteuerung des Stromflusses	12
Batteriemodul-Betriebsmodi	14
Aus-Modus	14
Startmodus	14
Statusanzeige	14
Aktiv-Modus	14
Abschalt-Modus	14
ID-Zuordnungsmodus CAN-Knoten	15
Baudrate-Einstellmodus	15
Softwareaktualisierung-Modus	15
Kontrollleuchte, Allgemeines	16
Statusanzeige-Informationen	16
Modul funktionierend, aber im Status-Anzeigenmodus	16
Fehlfunktion	16
Defektes Modul	17
Baudrate-Konflikt	17
ID-Konfigurationskonflikt CAN-Knoten	17
Auswahl manueller Modus	17
Aus-Modus zu: Statusanzeige-Modus	17
Aus-Modus zu: Aktiv-Modus	17
Aktiv-Modus zu: Aus	17
Aktiv-Modus oder Statusanzeige-Modus zu: ID-Zuordnungsmodus CAN-Knoten	18

Aktiv-Modus oder Statusanzeige-Modus zu: Baudrate-Einstellmodus	18
Informationen zur Baudraten-Anzeige	18
Auswahl der Baudrate des Batteriemoduls	19
Starten einer Maschine mit Lithium-Ionen-Batterien	20
Starten des Ladevorgangs mit Lithium-Ionen-Batterien	20
Integrierte Ladegeräte	20
Externe Selbstladegeräte	21
Position der Komponenten	22
Funktionen des Batteriemoduls	22
Modulverbindungskomponenten	23
Mechanische Dog-Bone-Verbindungselemente	23
Elektrische Anschlusskomponenten	24
CAN-Bus-Kommunikationskabel	24
Abschlusswiderstände	25
Modulblockkabel	25
Laden des Batteriemoduls	26
Sicherheit des Batteriemoduls	26
Richtlinien zum Laden und Sicherheit	26
Laden von in Maschinen installierten Modulen	27
Empfohlene Kabel	28
Ladegeräte	28
Batteriewartung und -einstellungen	29
Sicherheit des Batteriemoduls	29
Wöchentlich oder bei Bedarf in den Betriebspausen der Maschine	29
Monatlich	29
Jährlich	30
Batterieausbau und -einbau	31
An- und Abschließen von Lithium-Ionen-Batterien	31
Trennung	31
Anschluss	31
Ausbau eines Batteriemoduls	32
Installation eines Ersatzbatteriemoduls	34
Richtlinien für Batterieblöcke/-sätze	36
Richtlinien: Blöcke	36
Richtlinien: Kabel	37
Richtlinien: Blockpositionierung	38
Beispiele für Block-/Satzanordnungen	38
Zwei Module in einem Block	38
Vier Module in einem Block ohne Verteilerschiene	39
Vier Module in einem Block mit Verteilerschiene	39
Fünf Module in einem Block mit Verteilerschiene	39
Zwölf Module in drei Blöcken mit Verteilerschiene	40
Austausch eines Blei-Säure-Batteriesystems durch Lithium-Ionen-Batterien	40
Fehlersuche	41
Fehlerdiagnose	41
Fehlersuche nach Symptomen	41
Dauerhaft rot aufleuchtende LED	41
Rot blinkende LED	42
Keine Systemkommunikation	42

Allgemeine Informationen

Beschreibung des Lithium-Ionen-Batteriemoduls

Nilfisk Lithium-Ionen-Batteriemodule sind wiederaufladbare Lithium-Ionen-Batterien (Li-Ion), die in 24-, 36- oder 48-Volt-Ausführungen erhältlich sind. Es können bis zu 5 Module in einem Block elektrisch verbunden werden, und separate Blöcke können in einer Maschine mit bis zu 25 Einzelmodulen im vollständigen Systemsatz verwendet werden (für Beispiele siehe Abschnitt „Modularität der Batterie“ im Kapitel Funktionsbeschreibung).

Neue und alte Module können beliebig gemischt werden, solange sie die gleiche Spannung haben. Ein Satz arbeitet mit einem defekten Modul weiter, bis dieser ausgetauscht wird. Ein vorhandener Satz kann auch mit zusätzlichen Modulen aufgerüstet werden, falls eine längere Betriebszeit gewünscht wird.

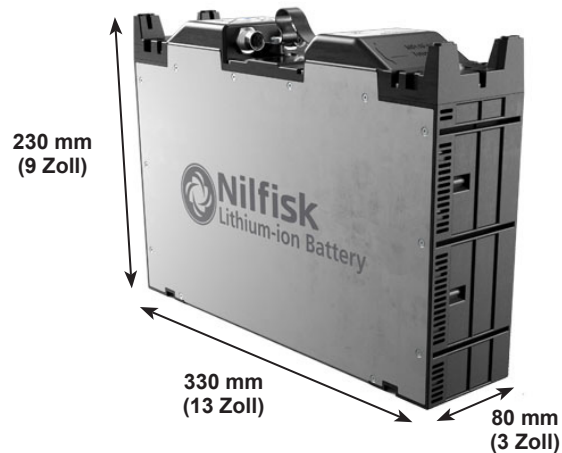
In jedem Modul arbeiten „Master“ und „Slave“. In einem Systemsatz fungiert ein Modul als Master, das den Betrieb des Satzes steuert, während die anderen als Slaves arbeiten. Die „Master“-Funktion sammelt Daten von den Modulen, einschließlich des eigenen, und sendet die Daten über ein CAN-Bus-Netzwerk an die Maschine. Außerdem steuert die Master-Funktion ein Ladegerät über die CAN-Schnittstelle, sowohl für sich selbst als auch für etwaig. angeschlossene Slaves.

Die „Slave“-Funktion enthält alle grundlegenden ladungs- und entladungsbezogenen Funktionen, die den Lade- und Entladestrom, Spannung und den Zustand des Moduls selbst messen, einschließlich der folgenden Funktionen: vollständig geladen, vollständig entladen, verfügbare Kapazität, Temperatur. All diese Daten werden an ein CAN-Bus-Netzwerk gesendet, sofern vorhanden.



Revisionstabelle

Datum	Kommentare
04/2021	Erste Veröffentlichung



Das Nilfisk Lithium-Ionen-Batteriemodul

Technische Daten

Modell	24V Modul	36V Modul	48V Modul
Batterietyp	Lithium-Ionen		
Spannung, V	25,9	37,0	51,8
Abmessungen	Siehe oben		
Gewicht, kg (lbs)	9,6 (21)		
Leistungsanschlüsse	Minuspol: M6 Schraube, IG Pluspol: M8 Schraube, IG		
CAN-Bus-Verbindungen	Zwei M12-5 Gewindestopfen, IG		
Nennkapazität, Ah	60	42	30
Nennleistung, Wh	1554		
Sicherung, Amp	100		
Erwartete Lebensdauer *	1200		

* bei Nenn-Umgebungsbedingungen:

Laden:	0 °C bis 45 °C (32 °F bis 113 °F)
Entladen:	-20 °C bis 55 °C (-4 °F bis 131 °F)
Lagerung:	5 °C und 20 °C (41 °F und 68 °F)
Feuchtigkeit:	0 bis 85 RH %

Sicherheit der Lithium-Ionen-Batterie



VORSICHT: Ein sicherer Umgang mit großen Batterien verlangt Standardregeln, von denen einige speziell für Lithium-Ionen-Batterien gelten. Um ein sicheres Arbeitsumfeld zu gewährleisten, sind beim Umgang mit Batterien die lokalen, regionalen und nationalen Verordnungen strikt einzuhalten.

Eine Missachtung dieser Warnhinweise kann zu Explosion, Brand, Auslaufen und/oder schweren Verletzungen führen.

Die nachfolgend aufgeführten Sicherheitspunkte sind zum einfachen Nachschlagen nach Themen gruppiert.

Allgemeines

- Lithium-Ionen-Batterien oder Batteriesätze nicht öffnen, modifizieren oder zu reparieren versuchen.
- Batteriesätze oder Maschinen keinesfalls Feuer oder hohen Temperaturen aussetzen. Feuer oder Temperaturen über 130 °C (265 °F) können Explosionen verursachen.
- Beschädigte oder modifizierte Batteriesätze oder Maschinen keinesfalls verwenden. Beschädigte oder modifizierte Batterien können auf unvorhergesehene Weise reagieren und so Brand, Explosion oder ein Verletzungsrisiko verursachen.
- Batterien vorsichtig handhaben, um das Gehäuse oder die Anschlüsse nicht zu beschädigen.
- Batterien niemals mit leitfähigen Metallen, Flüssigkeiten, starken Oxidationsmitteln oder starken Säuren in Kontakt bringen.
- Stets Schutzkleidung, Handschuhe und eine Schutzbrille tragen.
- Bei Arbeiten an oder in der Nähe von Batterien niemals Schmuck oder andere Metallgegenstände tragen.
- Reparaturen im Zuge von Wartungen dürfen nur von qualifizierten Fachkräften ausgeführt werden, wobei identische Ersatzteile zu verwenden sind. Auf diese Weise wird die Sicherheit des Produkts dauerhaft gewährleistet.
- Bei Arbeiten an Batterien immer isolierte Werkzeuge verwenden.
- Bei der Handhabung der Batterien immer die geeigneten Hebetechniken und/oder Fördergeräte verwenden.
- Nur mit vom Hersteller angegebenen Ladegeräten aufladen. Ein Ladegerät, das für eine Art von Batteriesatz geeignet ist, kann bei Verwendung mit einem anderen Batteriesatz eine Brandgefahr verursachen.
- Alle Ladeanweisungen befolgen und den Batteriesatz nicht außerhalb des in dieser Anleitung angegebenen Temperaturbereichs aufladen. Ein unsachgemäßer oder bei Temperaturen außerhalb des angegebenen Bereichs ausgeführter Ladevorgang kann die Batterie beschädigen und das Brandrisiko erhöhen.

Erhalt

- Die Batterie auf Transportschäden prüfen.

Die Batterie nicht verwenden, wenn sie Unregelmäßigkeiten aufweisen sollte, wie: Beschädigung oder Verformung des Batteriegehäuses, Elektrolytgeruch, Auslaufen von Elektrolyt oder sonstige Störungen.

Lagerung

- Wenn der Batteriesatz nicht in Gebrauch ist, muss er in ausreichendem Abstand zu Metallobjekten, wie z.B. Büroklammern, Münzen, Schlüsseln, Nägeln, Schrauben oder anderen Metallkleinteilen aufbewahrt werden, durch die eine Verbindung zwischen den Polen entstehen könnte. Ein Kurzschluss der Batteriepole kann zu Verbrennungen, Brand und schweren Verletzungen führen.
- Eine Aufbewahrung in nicht dafür vorgesehenen Bereichen, wie z.B. Büros, vermeiden. Die Batteriemodule in einem separaten Raum in ausreichendem Abstand zu brennbaren Stoffen

aufbewahren. Soweit möglich, die Batteriemodule in einem Metallschrank oder -behälter aufbewahren.

- Batterien niemals mit dem Hausmüll entsorgen. Recyclingkanäle entsprechend den lokalen, regionalen und nationalen Verordnungen verwenden.
- Die Module keiner direkten Sonneneinstrahlung aussetzen und nicht auf heißen Oberflächen oder in überhitzten Räumen aufbewahren.

Installation und Handling

- Die Batterie vor Gebrauch auf Beschädigungen prüfen. Keinesfalls eine beschädigte oder verformte (aufgequollene) Batterie verwenden. Beschädigte Batterien über Recyclingkanäle entsprechend den lokalen, regionalen und nationalen Verordnungen entsorgen.
- Ein warmes Batteriemodul vor dem Gebrauch abkühlen lassen.
- Bei großen Systemen immer Lockout-/Tagout-Verfahren durchführen.
- Die Maschine ausschalten und auf gefährliche Spannungen prüfen, bevor Anschlüsse verändert werden.
- Die Batterie nicht mit der Oberseite nach unten oder an den Enden montieren, die für die Luftzirkulation benötigt werden.
- Die Halterung und die elektrischen Anschlüsse immer auf das richtige Drehmoment prüfen.
- Den Batteriesatz einschließlich der Lüftungskanäle und Kontaktflächen von Schmutz und Feuchtigkeit reinigen. Beim Reinigen dürfen Schmutz und Feuchtigkeit nicht in den Batteriesatz gelangen.
- Das Ladegerät oder den Batteriesatz nicht mit einem Tuch oder anderen Gegenständen abdecken. Ladegerät und Batteriesatz heizen sich während des Ladevorgangs auf und eine mangelnde Belüftung kann zu Brand oder schweren Verletzungen führen.

Elektrik

- Niemals Anschlüsse von Batterien an- oder abklemmen, ohne zuvor die Lasten zu trennen.
- Werkzeuge dürfen immer nur einen Modulanschluss berühren.
- Zum An- und Abklemmen des Batteriemoduls immer die Anweisungen dieser Anleitung beachten.

Leckage oder Brand

- Bei Fehlanwendung kann Flüssigkeit aus der Batterie austreten; Kontakt vermeiden. Bei einem versehentlichen Kontakt mit Wasser spülen. Wenn Flüssigkeit in die Augen gelangt, zusätzlich einen Arzt konsultieren. Aus der Batterie ausgetretene Flüssigkeit kann Reizungen oder Verbrennungen verursachen.
- Batterien sofort abklemmen und aus der Maschine entfernen, wenn sie während des Betriebs oder Ladevorgangs einen ungewöhnlichen Geruch oder Hitze entwickeln, die Form/Geometrie ändern oder sonstige Unregelmäßigkeiten auftreten.
- Wenn Batterien Anzeichen für Durchbrennen aufweisen, äußerste Vorsicht walten lassen, da austretende Gase entflammbar und giftig sein können.
- Einen Batteriebrand möglichst mit einem Schaumlöcher, CO₂, ABC-Trockenchemikalien, Graphitpulver, Kupferpulver oder Soda (Natriumcarbonat) löschen. Auch Wasser kann verwendet werden. Dieses kühlt ebenso den angrenzenden Bereich und verhindert, dass sich das Feuer ausbreitet.
- Achtung: Gefahr von Staubexplosionen.
- Batterien mit Elektrolytgeruch oder Lecks von Feuer fernhalten, um ein Entzünden zu vermeiden.
- Batterien niemals durch Verbrennen entsorgen. Die Zerstörung einer Batterie mit Feuer oder Hitze kann zu einer Explosion führen.

Lagerung des Batteriemoduls

Vor dem Lagern

Das Batteriemodul auf Transportschäden prüfen.



VORSICHT: Module nicht verwenden, wenn sie **Unregelmäßigkeiten aufweisen sollten, wie: Beschädigung oder Verformung des Modulgehäuses, Elektrolytgeruch, Auslaufen von Elektrolyt oder sonstige Störungen.**



Hinweis: Module, die ohne Schutzverpackung (z.B. aus Hartkunststoff o.ä.) geliefert werden, nicht verwenden.

Bei einer langfristigen Lagerung (bis zu einem Jahr) die Batteriemodule mit einer Ladung von 10-30 % aufbewahren. Bei mehrjähriger Lagerung einen Ladezustand von 20 bis 30 % beibehalten.

Für jedes eingelagerte Modul ein Datenformular verwenden, um die Seriennummer des Moduls, das Ladedatum vor der Lagerung und das Datum der Einlagerung zu vermerken. Die Seriennummer kann vom QR-Codesymbol neben der gedruckten Nummer gescannt werden.



Typenschild des Batteriemoduls

Module bei Temperaturen von 5 °C bis 20 °C (41 °F und 68 °F) und einer Feuchtigkeit von 0 bis 85 RH % aufbewahren.

Während der Lagerung

Gelagerte Batteriemodule alle sechs Monate einer Sichtkontrolle unterziehen und das Inspektionsdatum sowie den Zustand vermerken.

Die Batterien entladen sich während der Lagerung nach und nach von selbst, sodass die Module regelmäßig zu überwachen sind. Ein vollständig entladenes Modul oder ein vollständig entladener Satz sollte nicht länger als 4 Wochen gelagert werden. Zur Prüfung der Ladespannung wie folgt vorgehen:

- Die Drucktaste in der Mitte des Batteriemoduls drücken (evtl. gedrückt halten). Die Kontrollleuchte blinkt einmal rot und einmal grün, während sich das Modul im Startmodus befindet.
- Wenn die Kontrollleuchte dauerhaft grün leuchtet, ist das Modul für den Test bereit und die Anschlüsse sind mit Spannung versorgt.
- Einen Spannungsmesser an die Anschlüsse anschließen und den Spannungswert messen.
- Leuchtet die Kontrollleuchte nicht dauerhaft grün, könnten Probleme am Modul vorliegen.

Batteriemodule sollten bei der ersten Einlagerung und beim ersten Laden entsprechend gekennzeichnet werden. Das Ladedatum auf dem Etikett jedes Mal aktualisieren, wenn die Module während der Lagerung aufgeladen werden.

Entsorgung

Lithium-Ionen-Batteriemodule umweltgerecht gemäß lokalen, regionalen oder nationalen Verordnungen entsorgen.



Hinweis: Eine sachgerechte Entsorgung ist sehr wichtig. In einigen Ländern werden Mitarbeiter persönlich für unsachgemäße Entsorgungs- oder Versandmethoden haftbar gemacht.

Versand

Lithium-Ionen-Batterien werden als „Gefahrgut“ eingestuft. Die richtigen Versandmethoden müssen abhängig vom Zustand des Batteriemoduls, der Transportart und den lokalen Verordnungen sorgfältig ausgewählt werden. Das zuständige Personal muss wissen, wie die Batterien vorzubereiten sind, welche Verpackung erlaubt ist, wie die Verpackungen ordnungsgemäß zu etikettieren ist und welche Transportdokumente anzufertigen sind.

Transportvorschriften

Jede Transportart hat ihre eigenen Vorschriften, die eingehalten werden müssen. Die folgenden Abschnitte enthalten Informationen zu einigen entsprechenden Behörden, welche den Transport von Lithium-Ionen-Batterien und anderer gefährlicher Güter regeln.

Gütertransport auf der Straße:

Der Gefahrgutstransport auf der Straße wird in Europa durch das ADR geregelt.

Der Straßentransport in den Vereinigten Staaten wird durch das Department Of Transportation geregelt.

Gütertransport auf der Schiene:

Der Schienentransport wird in Europa durch das RID geregelt.

Der Schienentransport in den Vereinigten Staaten wird durch das U.S. Department Of Transportation, Federal Railroad Administration, geregelt.

Überseetransport:

Der Überseetransport wird durch die Beförderungsvorschrift für gefährliche Güter im Seeschiffsverkehr (IMDG) geregelt.

Lufttransport:

Der Lufttransport wird geregelt durch:

Internationaler Luftverkehrsverband (IATA)

Internationale Zivilluftfahrtorganisation (ICAO)

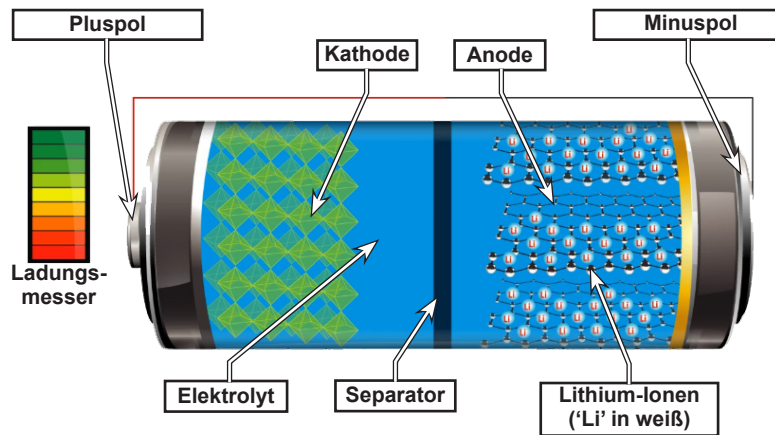
Beschädigte und defekte Batterien dürfen nicht per Lufttransport befördert werden.

Die Ladung von Batterien, die auf dem Luftweg (nicht mit einer Maschine) transportiert werden, muss unter 30 % betragen.

Funktionsbeschreibung

Funktionsweise von Lithium-Ionen-Batterien

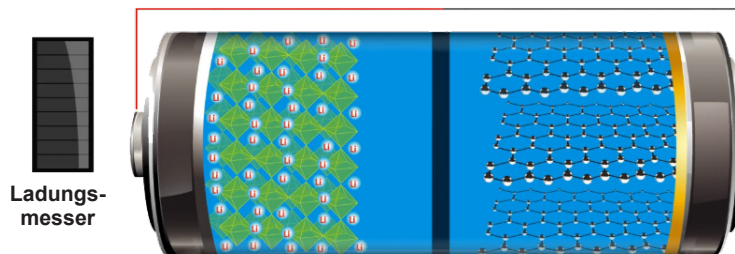
Eine Lithium-Ionen-Batterie (Li-Ion) umfasst Anode, Kathode, Separator, Elektrolyt und zwei Pole: einen positiven an der Kathode und einen negativen an der Anode. Das Material von Anode und Kathode enthält das Lithium in der Batterie. Die Elektrolytflüssigkeit ermöglicht, dass die Lithium-Ionen zwischen Anode und Kathode durch den Separator strömen. Der Separator bildet eine Barriere für die zugehörigen Elektronen.



Vollständig geladenes Batteriemodul

Im vollständig geladenen Zustand werden die Lithium-Atome in der Anode der Batterie gespeichert. Beim Entladen ionisieren Lithium-Atome und trennen sich von ihren Elektronen. Die Ionen bewegen sich von der Anode durch den Separator zur Kathode. Die nun freien Elektronen können den Separator nicht durchqueren, sondern benötigen einen anderen Weg, um sich ebenfalls zu bewegen. Die Entladung kann nur erfolgen, wenn sowohl die Ionen als auch die Elektronen ihre eigene geschlossene Bahn zwischen Anode und Kathode haben. Kann einer davon sich nicht bewegen, kann das der andere auch nicht.

Ein an die Batteriepole angeschlossener Stromkreis und ein darin befindliches eingeschaltetes elektrisches Gerät (Mobiltelefon, Computer usw.) schaffen eine geschlossene externe Bahn für die freien Elektronen, um sich durch den Stromkreis und in die Batteriekathode zu bewegen, wo sie sich mit den Lithium-Ionen neu zusammensetzen und elektrisch neutralisieren. Aufgrund der Bewegung der Elektronen durch den externen Stromkreis wird die Maschine mit Energie versorgt und Energie wird auch verbraucht.



Entladenes Batteriemodul

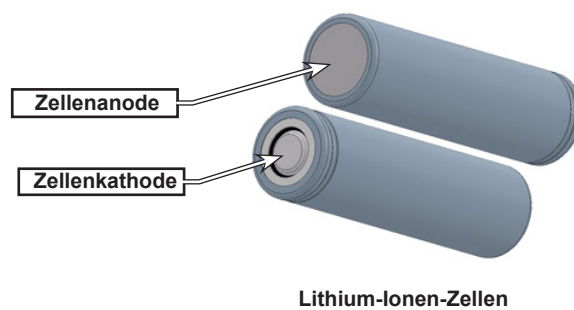
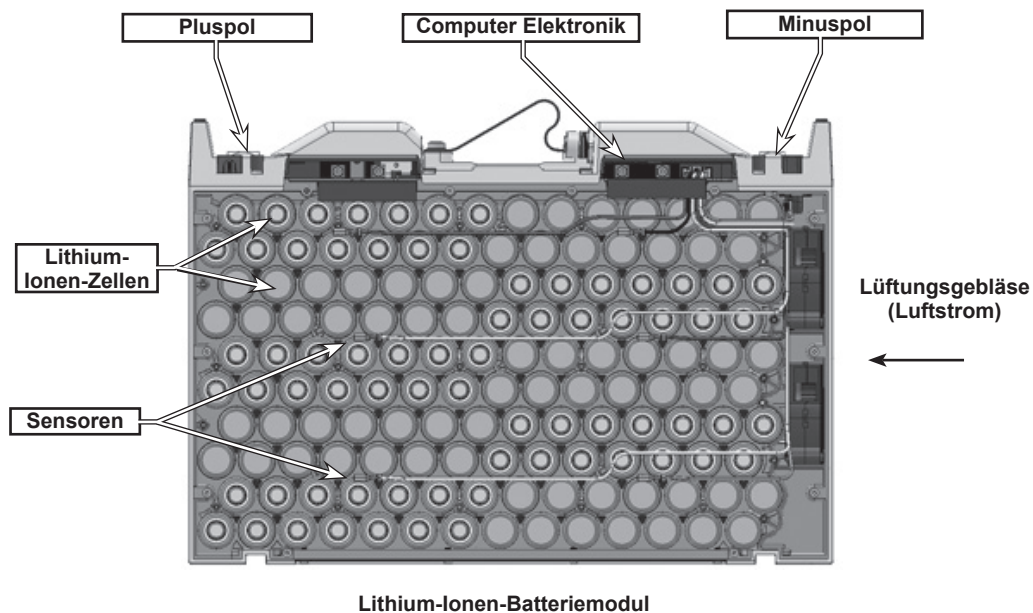
Wenn eine Batterie an ein Ladegerät angeschlossen wird, kommt es zum umgekehrten Prozess. Das Ladegerät liefert Strom zur Kathode, und Lithium-Ionen bewegen sich zur Anode. Die Batterie nimmt dabei Energie auf und speichert sie als chemische Energie.

Dabei ist Folgendes zu beachten:

- Lithium-Ionen-Batterien sind extrem empfindlich bei hohen Temperaturen. Durch Hitze verschlechtert sich die Qualität viel schneller, als es sonst der Fall wäre.
- Aufgrund dieser Faktoren benötigen die Batterien Sicherheitsmechanismen zur Begrenzung der Spannung und des Innendrucks; zur Steuerung dieser Werte ist ein integrierter Computer erforderlich.

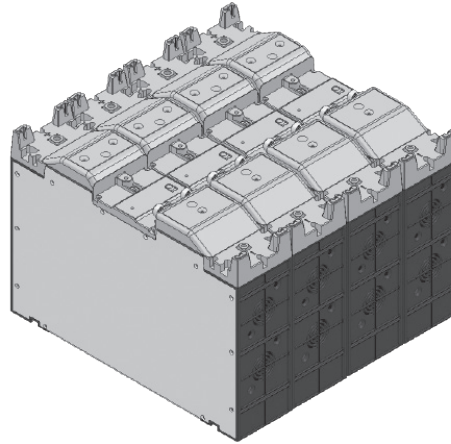
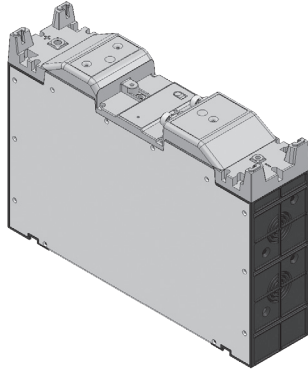
Nilfisk Lithium-Ionen-Batteriemodule

Die Nilfisk Lithium-Ionen-Batteriemodule enthalten 140 einzelne Lithium-Ionen-Zellen sowie den erforderlichen Computer, Sensoren, Lüfter usw. Die allgemeine Anordnung eines Moduls ist unten dargestellt.

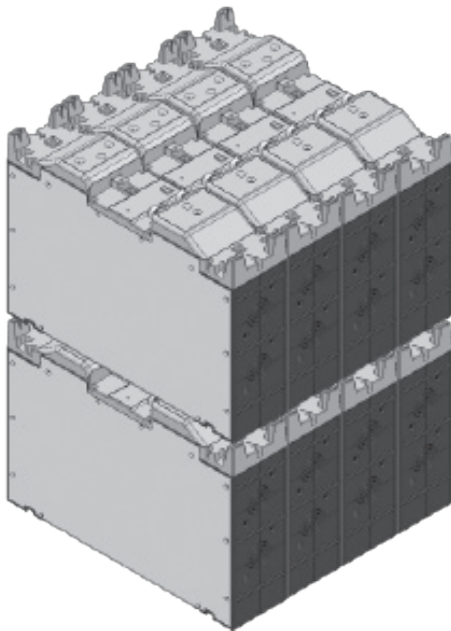


Modularität der Batterie

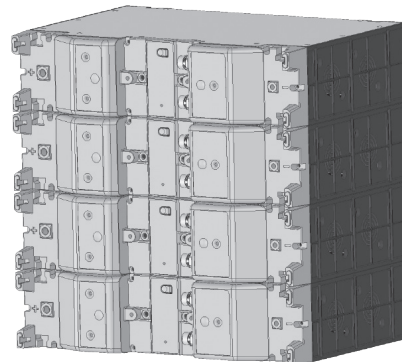
Nilfisk Lithium-Ionen-Batteriemodule sind stapelbar, mechanisch verriegelbar und können auf verschiedene Arten angeordnet oder montiert werden (siehe unten), sofern eine ausreichende Belüftung und eine einfache Montage und Befestigung gewährleistet sind. Es können bis zu 5 Module in einem Block zusammengefasst werden, die dann befestigt und elektrisch miteinander verbunden werden.



Diese Modulblockform ist einfach zu montieren und sicher zu befestigen. Die Module sind an der Oberseite gegen Wasser und Staub geschützt



Maximal 2 Lagen Blöcke können ohne zusätzliche Halterung gestapelt werden; für weitere Lagen wird eine Platte zwischen Lage 2 und 3 benötigt.



Es können bis zu 5 Module ohne zusätzliche Halterung übereinandergestapelt werden. Die Module in einem Block sichern und den Kabelbaum des Satzes vervollständigen, bevor er in die Maschine eingebaut wird.

Block-Anordnungen für Nilfisk Lithium-Ionen-Batteriemodule



Hinweis: Bei mehreren Blöcken darf die Anzahl der Module nicht um mehr als 1 Modul pro Block abweichen.

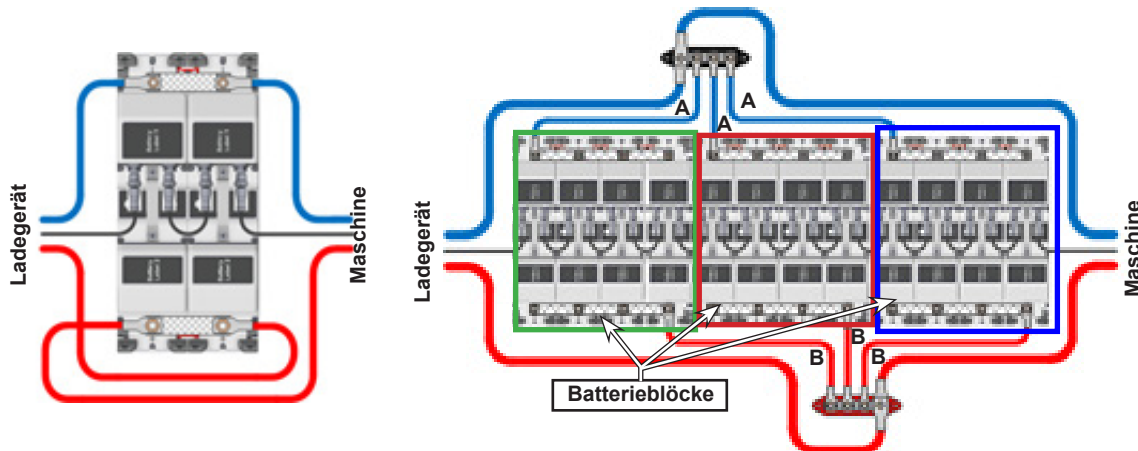
Hinweis: Ein Block darf im Durchschnitt nicht mehr als 60 Ampere Strom führen.

Elektrische Verbindung

Module mit gleicher Spannung können elektrisch miteinander zu einer Gruppe oder einem Block verbunden werden, der aus 2, 3, 4 oder maximal 5 Modulen pro Block bestehen kann. Der modulare Aufbau erlaubt nur die Parallelschaltung innerhalb von Blöcken und über Blöcke hinweg mit bis zu 25 Modulen in einem Maschinen-Vollsystemsatz.



VORSICHT: Nur Module mit gleicher Spannung – und nur parallel – verbinden. Niemals in Reihe schalten.



Zwei verbundene Module

Drei Blöcke mit je vier Modulen, verbunden in einem Systemsatz

Batterie-Management-System (BMS)

Nilfisk Lithium-Ionen-Batteriemodule sind mit elektronischen Schaltungen ausgestattet, die als Batterie-Management-Systeme (BMS) bezeichnet werden. Sie schützen vor unsicheren Bedingungen und kommunizieren mit einem Host-Steuerungssystem, sofern an der Maschine vorhanden.

Das BMS gewährleistet, dass die Module –sowohl zur sicheren Handhabung als auch zur Energieeinsparung – bis zum Einschalten keinen Strom an den Polen führen. Ein Modul wird durch eine Maschinensteuerung, ein Ladegerät oder durch die Drucktaste oben in der Mitte des Moduls eingeschaltet.

Der Status eines Moduls wird durch die darauf befindliche Kontrollleuchte überprüft. Bei erloschener Kontrollleuchte werden die Anschlüsse nicht mit Strom versorgt (0 Volt) und das Modul lässt sich sicher handhaben. Bei dauerhaft grün leuchtender Kontrollleuchte werden die Anschlüsse mit Strom versorgt und das Modul ist test- bzw. betriebsbereit.

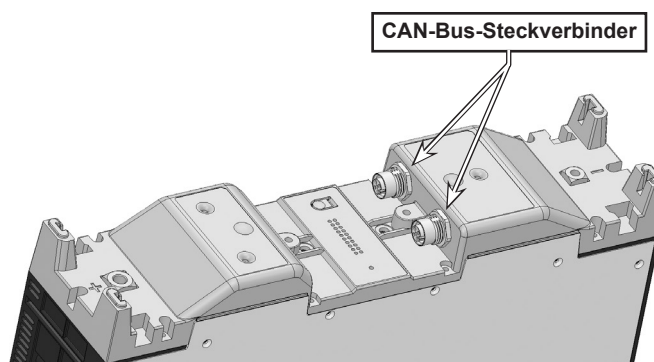
Die integrierte Schaltung eines BMS misst Spannung, Strom und Temperatur des Moduls und sorgt dafür, dass die Werte im sicheren Grenzbereich bleiben. Dennoch muss jede Maschine so ausgelegt sein, dass die Module unter normalen Betriebsbedingungen funktionieren und die Sicherheitsverriegelungen nur selten ausgelöst werden. Das BMS eines „Master“-Moduls steuert automatisch die anderen Module im Systemsatz.

Das Modul enthält mehrere Ebenen von Sicherheitsfunktionen:

- Überspannungs-, Unterspannungs-, Überstrom-, Kurzschluss-, Übertemperatur- und Untertemperaturbedingungen werden von der BMS-Software überwacht und gesteuert.
- Überstrom- und Kurzschlussbedingungen werden außerdem von der BMS-Hardware überwacht und gesteuert.
- Am Modul befindet sich ferner eine Stromsicherung.

CAN-Bus-Kommunikationssystem

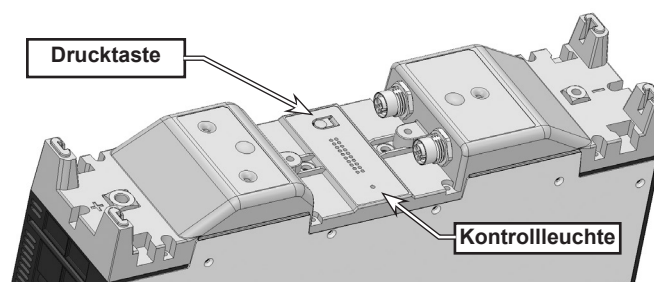
Das BMS prüft den Status der Module und kommuniziert mit einem Host-System über ein CAN-Bus-Netzwerk, sofern vorhanden, um Messdaten zu senden und Befehle zur Steuerung des Modulausgleichs zu empfangen.



Moduloberseite

Drucktaste und Kontrollleuchte des Batteriemoduls

Oben auf dem Batteriemodul befindet sich eine Drucktaste für den manuellen Start („Wecken“) und das Abschalten des Moduls, sowie eine Kontrollleuchte, die den Status des Moduls anzeigt.



Drucktaste

Die Drucktaste oben auf einer Batterie kann zum Starten oder „Wecken“ des Moduls, zur Kontrolle der aktuellen Statusinformationen des Moduls oder zur Abschaltung verwendet werden.

Wenn die Kontrollleuchte des Moduls erlischt, wird das Modul abgeschaltet (und ist mit Nullspannung an den Anschlüssen sicher zu handhaben). Zum Starten des Moduls die Drucktaste 3 bis 5 Sekunden bzw. bis zum Blinken der Kontrollleuchte gedrückt halten. Zur Bedeutung der Blinkintervalle siehe nachstehende Erläuterungen für die Kontrollleuchte. (Hinweis: Durch Betätigen der Drucktaste für 0,25 bis 3 Sekunden werden Statusinformationen angefordert, ohne dabei das Modul einzuschalten. In diesem Zustand ist das BMS eingeschaltet, aber die Pole werden nicht mit Strom versorgt).

Wenn die Kontrollleuchte eingeschaltet ist, ist die Batterie betriebsbereit oder zumindest aktiviert. Die Taste schnell zweimal innerhalb einer Sekunde drücken, um das Modul abzuschalten. Die Kontrollleuchte blinkt grün und erlischt dann.



Hinweis: Die Drucktastenfunktion zur Moduleinschaltung wird in der Regel von einer Maschine über einen der Leiter im Kommunikationsanschluss veranlasst.

Hinweis: Alle Module in einem Satz werden ein- oder ausgeschaltet, indem die Taste an einem beliebigen Modul gedrückt wird.

Batteriesteuerung des Stromflusses

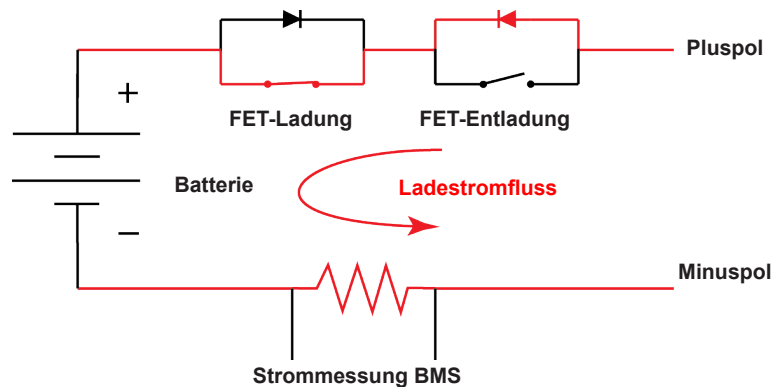
Die Lithium-Ionen-Module verwenden zwei Methoden zur Steuerung des Stromflusses, FETs und Ausgleichwiderstände. Jede Methode wird im Folgenden beschrieben.

FETS

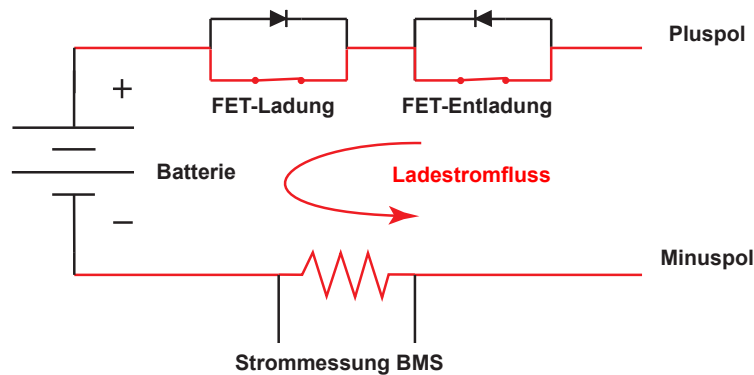
Jedes Batteriemodul enthält einen Lade- und Entlade-FET (Feldeffekttransistor), der als Ein/Aus-Schalter zur Steuerung des Stromflusses beim Laden und Entladen verwendet wird.

Um Strom von einem Batterieladegerät zu empfangen, muss das BMS beide FET-Kontakte schließen. Dies geschieht in zwei Schritten:

Zuerst schließt das BMS den Kontakt des Lade-FETs. Der Strom fließt dann durch die Entlade-FET-Diode und den geschlossenen Lade-FET-Kontakt in die Batteriezellen (siehe Schaltplan unten).



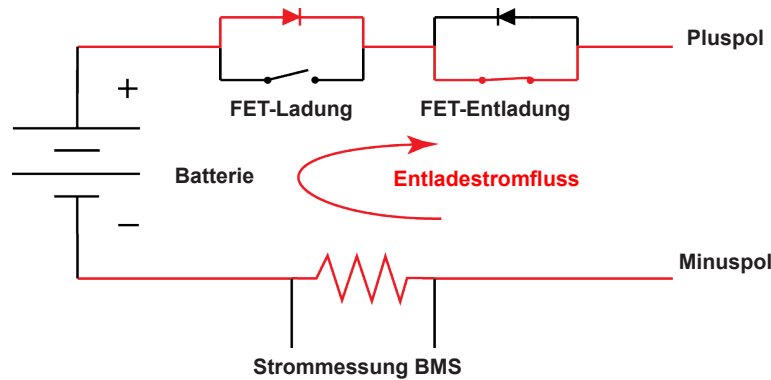
Als zweites schließt das BMS den Kontakt des Entlade-FETs, sobald der Strom höher als 200 mA ist. Daraufhin fließt der Strom durch den geschlossenen Kontakt und nicht durch die Diode.



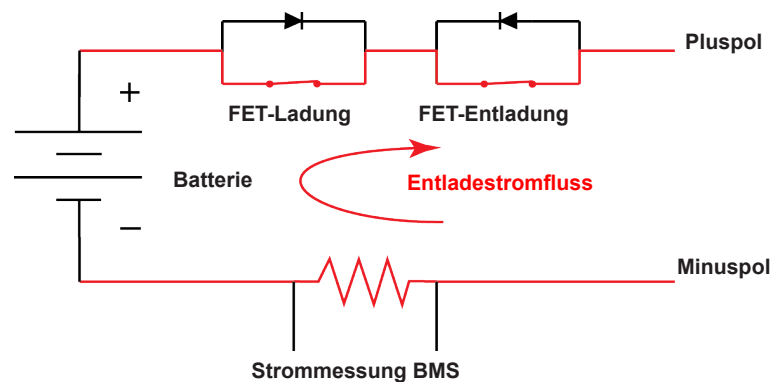
Wenn ein Batteriemodul vollständig geladen ist, öffnet das BMS die Kontakte sowohl des Lade- als auch des Entlade-FETs und der Ladevorgang wird für dieses Modul beendet. Andere Module laden weiter, bis sie vollständig aufgeladen sind und ihre FET-Kontakte sich öffnen. Wenn alle Module in einem Satz vollständig geladen sind, veranlasst das BMS des Master-Moduls die Abschaltung des Ladegeräts.

Die Entladung erfolgt auf die gleiche Weise wie eine Ladung, jedoch mit umgekehrtem Stromfluss. Um Strom zur Maschine zu entladen, muss das BMS beide FET-Kontakte schließen. Dies geschieht in zwei Schritten:

Zuerst schließt das BMS den Kontakt des Entlade-FETs. Der Strom fließt dann durch die Lade-FET-Diode und den geschlossenen Entlade-FET-Kontakt aus der Batterie zur Maschine (siehe Schaltplan unten).



Als zweites schließt das BMS den Kontakt des Lade-FETs, sobald der Strom höher als 200 mA ist. Daraufhin fließt der Strom durch den geschlossenen Kontakt und nicht durch die Diode.



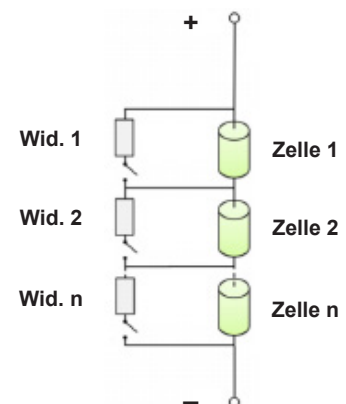
Wenn eine Batterie vollständig entladen ist, öffnet das BMS sowohl den Lade- als auch den Entlade-FET, um ein Entladen über den normalen Wert hinaus zu verhindern.

Ausgleichswiderstände

Lithium-Ionen-Batteriemodule verwenden den passiven Ausgleich, um sicherzustellen, dass die Bereiche des Moduls gleichmäßig geladen und entladen werden. Jedes Modul enthält einzelne Batteriezellen, die in Gruppen elektrisch miteinander verbunden sind. Das Batterie-Management-System (BMS) des Moduls überwacht den Zustand jeder dieser Zellen und Gruppen.

Erreicht eine Zelle während des Ladens die maximale Spannung, wird eine zur Zelle parallele Widerstandsschaltung geschlossen, sodass ein Teil des Ladestroms die Zelle umgeht und stattdessen durch den Widerstand fließt. Die anderen Zellen erhalten dann mehr Strom, sodass sie im Ladevorgang „aufholen“ können.

Diese Methode fördert ein gleichmäßiges Laden und verlängert die Lebensdauer der Batteriemodule. Der Ausgleich zwischen den Modulen wird durch eine korrekte Installation und Verkabelung gewährleistet.



Batteriemodul-Betriebsmodi

Ein Batteriemodul kann sich in einem beliebigen Betriebsmodus befinden, wenn es vom BMS gesteuert wird. Einige der Modi können manuell veranlasst werden, um den aktuellen Zustand einer Batterie zu überprüfen. Für Anweisungen zur manuellen Einschaltung eines speziellen Modus siehe Abschnitt „Auswahl des manuellen Modus“.

Aus-Modus

Das BMS befindet sich im Ruhemodus (Batterie ausgeschaltet).

Stromversorgung Anschlüsse: Nein

Kontrollleuchte: Aus

Startmodus

Es handelt sich dabei um einen Übergangszustand zwischen Aus und Aktiv, der während eines Batteriestarts vor dem Laden, einem Maschinenstart oder dem Drücken der Starttaste eines Moduls ausgelöst wird.

Stromversorgung Anschlüsse: Nein zu Ja

Kontrollleuchte: Anzeige wie dargestellt

LED		
Sek.	0,5	0,5

Statusanzeige

Dieser Modus wird verwendet, um Informationen zum aktuellen Batteriestatus anzufordern, indem die Reaktion an der LED überwacht wird. Jedes Modul im Satz zeigt seine eigenen Statusinformationen an.

Stromversorgung Anschlüsse: Nein

Kontrollleuchte: Variabel, basierend auf dem aktuellen Status. Siehe Abschnitt „Informationen zur Statusanzeige“.

Aktiv-Modus

Hierbei handelt es sich um den „normalen Betriebsmodus“. Das Modul ist bereit, eine Maschine mit Strom zu versorgen oder Strom vom Batterieladegerät zu empfangen. Alle Module im Satz versuchen, sich im Aktiv-Modus einzuschalten.

Stromversorgung Anschlüsse: Ja

Kontrollleuchte: Grünes Dauerlicht wie abgebildet

LED	
Sek.	

Abschalt-Modus

Hierbei handelt es sich um einen Übergangszustand zwischen Aktiv und Aus. Alle Module im Satz schalten in den Aus-Modus.

Stromversorgung Anschlüsse: Ja zu Nein

Kontrollleuchte: Anzeige wie dargestellt

LED						
Sek.	0,3	0,3				

ID-Zuordnungsmodus CAN-Knoten

Dieser Modus wird verwendet, um die Zuweisung der CAN-Knoten-ID manuell einzuleiten. (Hinweis: Dies kann automatisch per CAN von einer Maschinensteuerung oder einem Batterieladegerät veranlasst werden).

Stromversorgung Anschlüsse: Nein

Kontrollleuchte: Anzeige wie dargestellt

LED												...
Sek.	0,3	0,3										0,6

Baudrate-Einstellmodus

Dieser Modus wird für die manuelle Überprüfung oder Auswahl der Kommunikationsbaudrate eines neuen Batteriemoduls verwendet, sodass sie mit der Maschine und dem Batterieladegerät (und den übrigen Batteriemodulen im Satz) übereinstimmt. Die Baudraten-Einstellung kann nur manuell erfolgen. Nur das Modul, bei dem die Einschalttaste gedrückt wurde, schaltet in den Baudraten-Einstellmodus. Es ist nicht erforderlich, das Modul vom Satz zu trennen, wenn es bereits angeschlossen ist.

Für weitere Informationen zum Überprüfen/Anpassen der Baudrate und des Anzeigemusters für die einzelnen Rateneinstellungen siehe Abschnitt "Anpassung der Batterie-Baudrate".

Stromversorgung Anschlüsse: Nein

Kontrollleuchte: Variabel, entsprechend der aktuellen Baudrate.

Softwareaktualisierung-Modus

Dieser Modus ist aktiv, wenn die Batteriesoftware aktualisiert wird. Dieser Modus kann nicht manuell gestartet werden.

Stromversorgung Anschlüsse: Nein (?)

Kontrollleuchte: Anzeige wie dargestellt

LED						...
Sek.	0,3	0,3				

Kontrollleuchte, Allgemeines

Die Kontrollleuchte an einem Batteriemodul zeigt den Modulstatus durch im Dauer- oder Blinklicht leuchtende Farben an. Die allgemeine Bedeutung der Farben und der Blinkweise ist in der nachstehenden Tabelle angegeben.

Farbe	Aktion	Zustand
Aus	-	Batterie ausgeschaltet und im Ruhemodus.
Grün	Blinklicht	Hoch- oder Herunterfahren läuft. Es liegt keine Spannung an den Polen an. Modul funktioniert, aber keine Stromversorgung an den Polen.
Grün	Dauerlicht	Gestartet und betriebs- oder ladebereit. Es liegt Spannung an den Polen an.
Orange	Blinklicht (3 Blinksignale, Pause, 3 Blinksignale, ...)	Nicht in einem Block oder Satz konfiguriert (keine gültige oder doppelte Knoten-ID). Softwareaktualisierung läuft (konstantes Blinken).
Orange	Dauerlicht	Baudrate der CAN-Kommunikation stimmt nicht überein. Firmwareaktualisierung läuft.
Rot	Blinklicht (3 Blinksignale, Pause, 3 Blinksignale, ...)	Fehler aufgrund irreversibler Bedingung. *
Rot	Dauerlicht	Fehler aufgrund reversibler Bedingung. Siehe Abschnitt „Fehlersuche“.

* Eine rot blinkende Kontrollleuchte bedeutet, dass das Modul einen irreversiblen internen Fehler aufweist, der nicht korrigiert werden kann. Das Modul in der Maschine muss ausgetauscht werden.

Statusanzeige-Informationen

Die nachfolgend aufgeführten modulspezifischen Zustände können manuell über die Drucktaste gesteuert werden oder automatisch gemäß den Anweisungen des BMS erscheinen.

Modul funktionierend, aber im Status-Anzeigenmodus

Stromversorgung Anschlüsse: Nein

Kontrollleuchte: Anzeige wie dargestellt

LED						...
Sek.	0,3	0,3				

Fehlfunktion

Stromversorgung Anschlüsse: Nein

Kontrollleuchte: Anzeige wie dargestellt

LED	
Sek.	

Defektes Modul

Stromversorgung Anschlüsse: Möglicherweise Ja oder Nein

Kontrollleuchte: Anzeige wie dargestellt

LED						...
Sek.	0,2	0,2				0,6

Baudrate-Konflikt

Stromversorgung Anschlüsse:

Kontrollleuchte: Anzeige wie dargestellt

LED						
Sek.						

ID-Konfigurationskonflikt CAN-Knoten

Stromversorgung Anschlüsse:

Kontrollleuchte: Anzeige wie dargestellt

LED				...
Sek.	0,2	0,2		0,6

Auswahl manueller Modus

Dieser Abschnitt beschreibt Schritte für die manuelle Steuerung einer Batterie von einem in einen anderen Modus mittels Drucktaste.

Aus-Modus zu: Statusanzeige-Modus

Die Modul-Drucktaste zwei Sekunden drücken, um das Batterie-BMS ohne Stromversorgung an den Anschlüssen zu aktivieren. Die Kontrollleuchte zeigt einen von fünf möglichen Zuständen des Moduls wie im Abschnitt „Statusanzeige-Informationen“ beschrieben.

Aus-Modus zu: Aktiv-Modus

Die Modul-Drucktaste 4 Sekunden oder so lange drücken, bis die LED rot leuchtet, um das Batterie-BMS und das Modul mit Stromversorgung an den Anschlüssen zu aktivieren. Die Kontrollleuchte leuchtet dauerhaft grün, wenn der Startvorgang abgeschlossen ist.

Aktiv-Modus zu: Aus

Die Modul-Drucktaste zweimal innerhalb einer Sekunde drücken, um das Modul abzuschalten. Hinweis: Ein Modul kann nicht abgeschaltet werden, wenn ein angeschlossenes Batterieladegerät aktiv ist.

Aktiv-Modus oder Statusanzeige-Modus zu: ID-Zuordnungsmodus CAN-Knoten

Der Vorgang zur ID-Konfiguration des Knotens für Blöcke/Sätze mit einem neuen Modul findet unter normalen Bedingungen automatisch statt. Die Schritte zum manuellen Starten des Vorgangs sind hier für andere Situationen angegeben, in denen dies möglicherweise nicht automatisch geschieht.

Die Modul-Drucktaste entweder im Aktiv-Modus oder im Statusanzeige-Modus für etwa acht Sekunden (5-10 Sekunden) drücken, um eine ID-Zuordnung des CAN-Knotens für einen Block/Satz zu starten. Die Kontrollleuchte des Moduls wird während des Vorgangs wie unten angezeigt und kehrt dann in ihren Ausgangsmodus zurück.

Kontrollleuchte: Anzeige wie dargestellt

LED												...
Sek.	0,3	0,3										0,6

Aktiv-Modus oder Statusanzeige-Modus zu: Baudrate-Einstellmodus

Die Modul-Drucktaste entweder im Aktiv-Modus oder im Statusanzeige-Modus für über 10 Sekunden drücken. Die Kontrollleuchte des Moduls wird entsprechend der aktuell verwendeten Baudrate angezeigt. Siehe nachfolgende Informationen zur Baudraten-Anzeige.

Informationen zur Baudraten-Anzeige

125 kbps

LED								
Sek.	0,3	0,3	0,3	0,6				0,6

(Musterwiederholungen)

250 kbps

LED												
Sek.	0,3	0,3	0,3			0,6						0,6

(Musterwiederholungen)

500 kbps

LED																
Sek.	0,3	0,3	0,3					0,6								0,6

(Musterwiederholungen)

1000 kbps

LED																				
Sek.	0,3	0,3	0,3							0,6										0,6

(Musterwiederholungen)

Auswahl der Baudrate des Batteriemoduls

Die Baudrate der Kommunikation der Maschinensteuerung, der Lithium-Ionen-Batteriemodule und des Ladegeräts muss übereinstimmen, damit das CAN-Netzwerk verwendet werden kann, um Informationen zwischen diesen Komponenten zu übertragen. Die Baudrate der Maschinensteuerung kann nicht geändert werden, jedoch die Rate des Ladegeräts und jedes Batteriemoduls. Für weitere Informationen zur Baudrate des Ladegeräts siehe entsprechende Herstellerinformationen.



Hinweis: Es ist hilfreich, die Baudrate der Maschinensteuerung vor diesem Vorgang zu kennen; jedoch kann das Verfahren auch angewendet werden, wenn die Rate nicht bekannt ist. (Nilfisk-Maschinen verwenden in der Regel eine Baudrate von 250 kbps, mit Ausnahme der SC50, die eine Rate von 500 kbps verwendet.)

Batteriesatz und Maschine müssen unter Spannung stehen und in Betrieb sein, bevor eine Abweichung der Baudrate erfasst und geändert werden kann. Eine Ratenabweichung wird angezeigt, wenn die LED-Kontrollleuchte eines Batteriemoduls konstant orange leuchtet.

Kontrollleuchte: Anzeige wie dargestellt

LED	
Sek.	

Um die Baudrate eines Moduls zu ändern, wie folgt verfahren. Der Vorgang muss für jedes Modul wiederholt werden, das eine Abweichung der Baudrate aufweist.

1. Das Modul zunächst in den Aktiv-Modus schalten, indem die Modultaste 3-5 Sekunden gedrückt wird. Die LED muss konstant grün leuchten.
2. Dann die Modul-Drucktaste im Aktiv-Modus für mehr als 10 Sekunden drücken, um in den Baudraten-Einstellmodus zu schalten.

Die LED-Kontrollleuchte beginnt zu blinken, um die aktuelle, entsprechend dem Abschnitt „Informationen zur Baudraten-Anzeige“ eingestellte Baudrate anzuzeigen.



Hinweis: Wenn die Baudrate der Maschinensteuerung nicht bekannt ist, die nächsten beiden Schritte wiederholen, um zur nächsten Rate zu wechseln und den Modus zu verlassen; dann die Anzeige der LED-Kontrollleuchte beobachten. Bei grüner Kontrollleuchte ist die Rate korrekt. Sollte die Kontrollleuchte wieder orange sein, den Modus erneut eingeben und zur nächsten Rate wechseln. Den Vorgang so oft wiederholen, bis die korrekte Rate eingestellt ist.

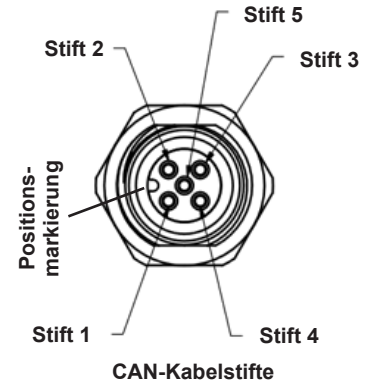
3. Die Taste kurz drücken und wieder loslassen, um zur nächsten verfügbaren Baudrate zu gelangen. Wenn die Rate der Steuerung bekannt ist, diese Taste erneut drücken, um die Tabellenliste zu durchlaufen, bis die Rate der Steuerung eingestellt ist.
4. Wenn die korrekte Baudrate eingestellt ist, die Taste länger als zehn Sekunden drücken, um die neue Baudrate zu speichern und den Modus zur Rateneinstellung zu verlassen. Das Modul kehrt in den Modus zurück, von dem aus der Baudrate-Einstellmodus aufgerufen wurde.
5. Den Vorgang für alle Module wiederholen, bei denen die Baudrate geändert werden muss.
6. Nachdem alle erforderlichen Module zurückgesetzt wurden, diese erneut starten, um die korrekte Rate zu überprüfen. Falls korrekt, ist/sind die LED-Kontrollleuchte/n konstant grün. Sollte eine Kontrollleuchte weiterhin konstant orange leuchten, die Einstellschritte für dieses Modul wiederholen.

Starten einer Maschine mit Lithium-Ionen-Batterien

Bevor die Maschine selbst gestartet werden kann, muss der Lithium-Ionen-Batteriesatz eingeschaltet werden und voll aktiv sein (die Kontrollleuchten leuchten konstant grün). In der Regel werden die Batterien gestartet, indem der Ein/Aus-Leiter (Stift 2 rechts) und der Schutzleiter (Stift 3) des CAN-Kabels der Batterie angeschlossen werden.

Die entsprechende Vorgehensweise ist für jedes Maschinenmodell vom Umrüstsatz der Batterie abhängig. Siehe Wartungshandbuch des Maschinenmodells.

Ansonsten ist der einfachste Weg, eine Maschine zu starten, zunächst die Taste an einem beliebigen Batteriemodul für ca. 4 (3-5) Sekunden zu drücken. Bei dauerhaft grün leuchtenden Batterie-Kontrollleuchten werden die Anschlüsse mit Spannung versorgt, und die Batterien sind betriebsbereit. Die Maschine kann dann normal gestartet werden.



Starten des Ladevorgangs mit Lithium-Ionen-Batterien

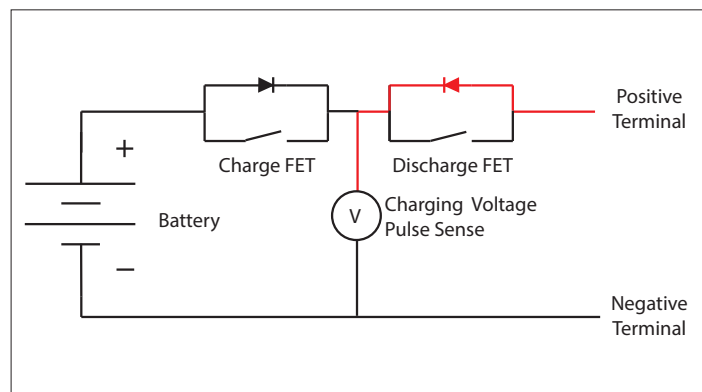
Bevor das Batterieladegerät mit dem Laden der Batteriemodule beginnen kann, muss der Lithium-Ionen-Batteriesatz gestartet werden und voll aktiv sein (die Kontrollleuchten sind konstant grün).

Das Ladegerät kann die Batteriemodule auf zwei Arten einschalten.

Integrierte Ladegeräte

Integrierte Batterieladegeräte takten die Leistung an den Hochstrom-B+ - und B- - Leitern. Obwohl das BMS keine Stromversorgung an die Batteriemodulpole angeschlossen hat, kann es diese pulsierende Leistung erfassen und als Anforderung des Batterieladegeräts erkennen, "aufzuwachen" und in den aktiven Lademodus zu schalten. Siehe Abbildung unten.

Sobald die Batterien eingeschaltet sind, erfragt das BMS vom Ladegerät über CAN seinen maximalen Ausgangsstrom. Das BMS bestimmt dann die Spannung und Stromabgabe des Ladegeräts während des gesamten Ladezyklus.

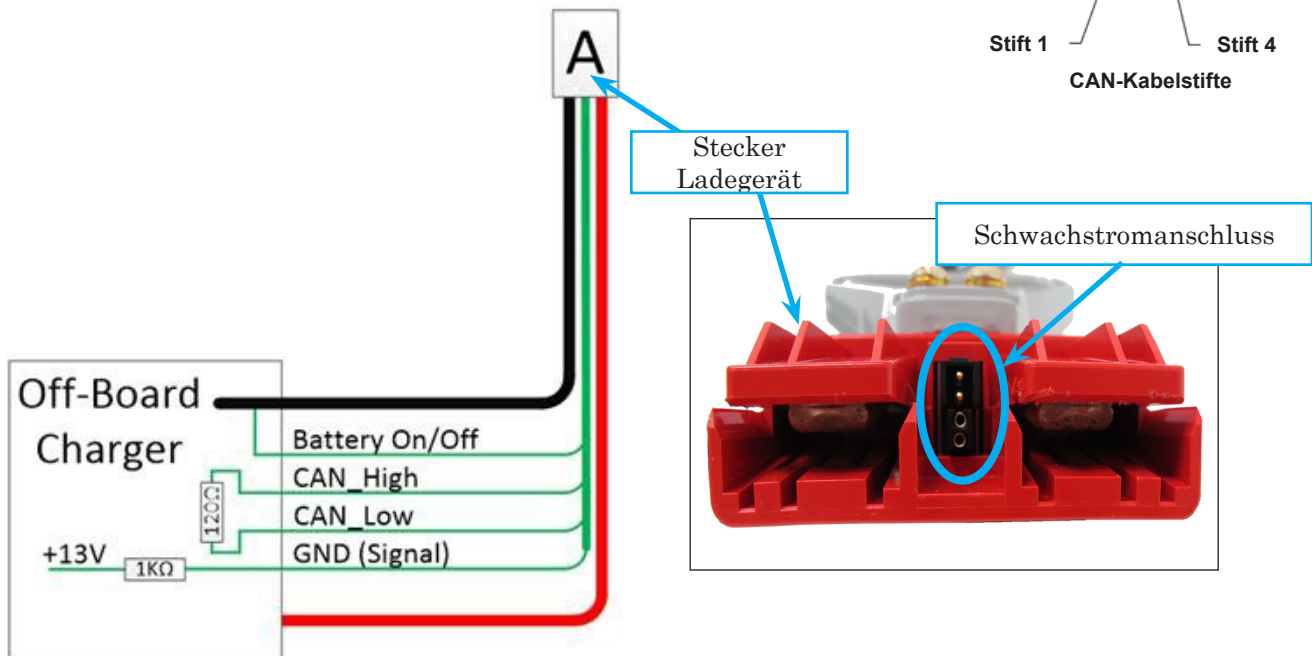
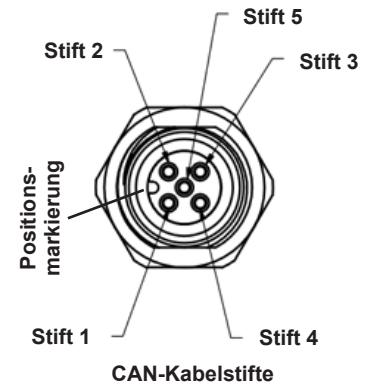


Externe Selbstladegeräte

Externe Batterieladegeräte (Selbstladegeräte) können keine getaktete Leistung an den B+ - und B- - Leitern ausgeben, sofern sie nicht zuerst die Spannung an diesen Stromkreisen messen. Da die Batteriemodule ausgeschaltet sein könnten, liegt evtl. keine Spannung an, sodass der Vorgang nicht möglich ist. Daher müssen Externe Ladegeräte mit dem Ein/Aus-Schaltkreis der Batteriemodule und dem Signalmassekreis verdrahtet werden. Der unten abgebildete Stecker des Hochleistungsladegeräts enthält auch einen 4-poligen Schwachstromanschluss, der die Schaltungen zum Einschalten der Batteriemodule, zur Aktivierung des Ladegeräts und zur Kommunikation über den CAN-Bus enthält. Der Ein/Aus-Schaltkreis ist über das Ladegerät mit dem Minuspol der Batterie verbunden, wenn der Stecker des Ladegeräts angeschlossen ist. Dadurch werden die Batteriemodule aktiviert und eingeschaltet. Das Ladegerät besitzt einen „Aktivierungskreis“, der mit dem Signalmassekreis des Batteriemoduls verbunden ist. Wenn der Stecker des Ladegeräts angeschlossen ist, erfasst das Gerät den Spannungsabfall in diesem Stromkreis, wodurch das Ladegerät aktiviert wird. Das Ladegerät beginnt mit der Bereitstellung einer kleinen Standardstrommenge für die Batterien. Die Batterien erfassen den Ladestrom und schalten vom Entlade- in den Lademodus.

Sobald die Batterien eingeschaltet sind, erfragt das BMS vom Ladegerät über CAN seinen maximalen Ausgangsstrom. Das BMS bestimmt dann die Spannung und Stromabgabe des Ladegeräts während des gesamten Ladezyklus.

Schwachstrom-Anschlussstift für das Ladegerät	Stromkreis	M12-Stift
A	CAN Low	5
B	CAN High	4
C	Signalmasse	3
D	Ein/Aus	2

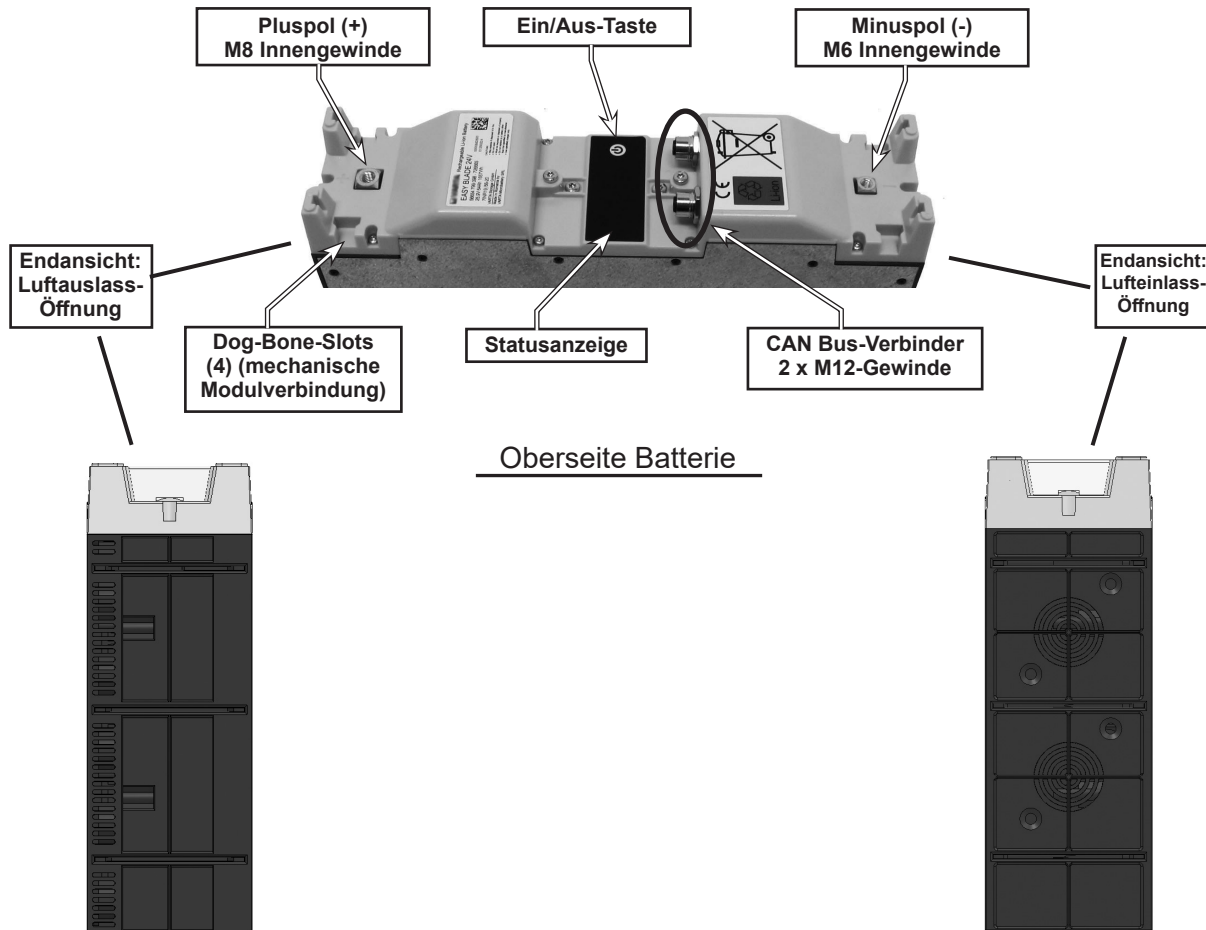


Position der Komponenten

Funktionen des Batteriemoduls

Alle Anschluss- und Betriebsfunktionen des Batteriemoduls befinden sich an der Oberseite des Moduls. Wie in der folgenden Abbildung gezeigt, umfassen diese: positive und negative elektrische Anschlussklemmen, zwei CAN-Bus-Anschlussklemmen, eine Ein-/Aus-Taste, eine Status-Kontrollleuchte und Steckplätze an den vier Ecken der Oberseite, um Module mechanisch miteinander zu verbinden.

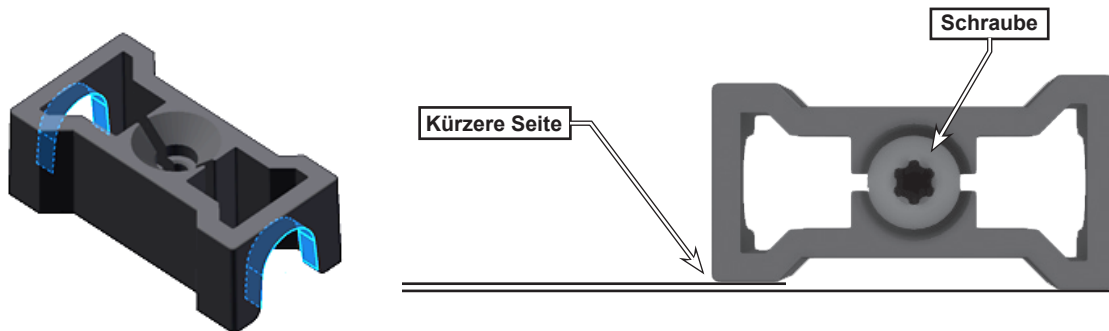
Die Lüftungsöffnungen der Module befinden sich an den Seiten des Gehäuses an den Anschlussenden.



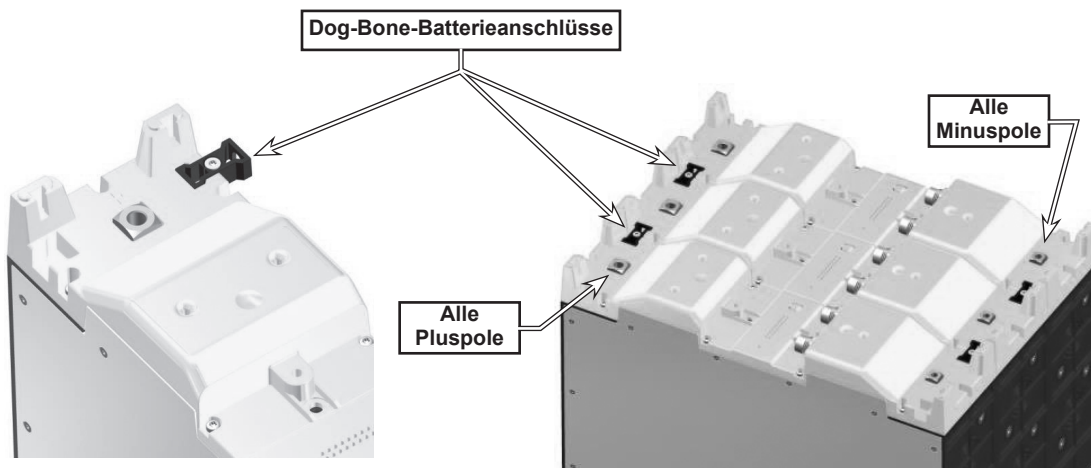
Modulverbindungskomponenten

Mechanische Dog-Bone-Verbindungselemente

Ein „Dog Bone“-Modulverbinder ist ein sehr kleines Kunststoffteil mit einer selbstschneidenden Schraube, das verwendet wird, um Module mechanisch miteinander zu verbinden. Die Dog Bone-Verbinder sind asymmetrisch (siehe Abb. unten rechts), damit ein Verpolen der Module (+ zu - Anschlüssen) verhindert wird.



Um Module miteinander zu verbinden, zwei Modul-Dog-Bones in die Steckplätze von zwei benachbarten Modulen schieben (siehe folgende Abbildungen). Die Dog Bones sitzen nicht richtig, wenn die Ausrichtung der Module falsch ist (z.B. Plus- und Minusanschlüsse am selben Blockende). Nachdem ein Dog Bone vollständig zwischen zwei Modulen positioniert ist, eine passende Schraube einsetzen und mit einem Drehmoment von 0,4 Nm (0,295 lbf-ft) anziehen. Der Dog Bone dehnt sich aus und verkeilt sich fest in den Steckplätzen.



Zum Entfernen eines Dog Bones die Schraube lösen und den Anschluss entfernen. Sollte ein Dog Bone klemmen, einen Schraubendreher in die Seitenöffnung des Anschlusses einführen und diesen entfernen.

Elektrische Anschlusskomponenten

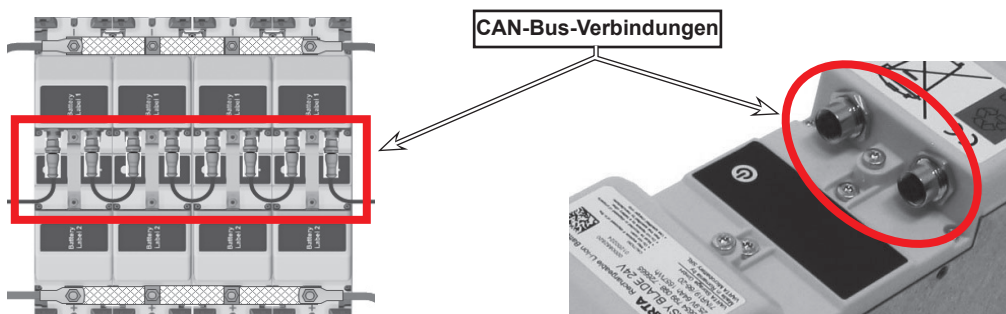


Hinweis: Diese Komponenten werden für die Geräteinstallation benötigt, sind aber nicht im Lieferumfang der Module enthalten und müssen separat bestellt werden.

CAN-Bus-Kommunikationskabel

Die Kommunikation zwischen allen Modulen in einem System, dem Ladegerät und der Maschine (optional) erfolgt über das standardisierte CANopen-Protokoll. Zur Übertragung von Statussignalen zwischen den Modulen und zur Host-Maschine über dieses Netzwerk werden Kommunikationskabel verwendet.

Jedes Modul verfügt über zwei Anschlüsse für dieses Netzwerk, wie im vorherigen Abschnitt „Funktionen des Batteriemoduls“ gezeigt. Immer nebeneinanderliegende Module verbinden. Die folgende Abbildung zeigt eine typische Konfiguration.

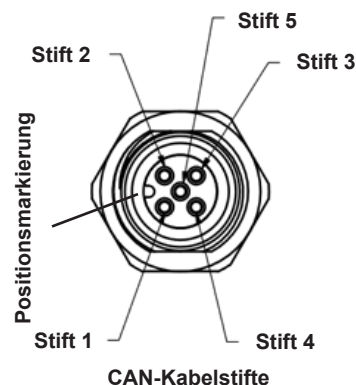


CAN-Bus-Modulverbindungen

CAN-Bus-Modulanschlüsse

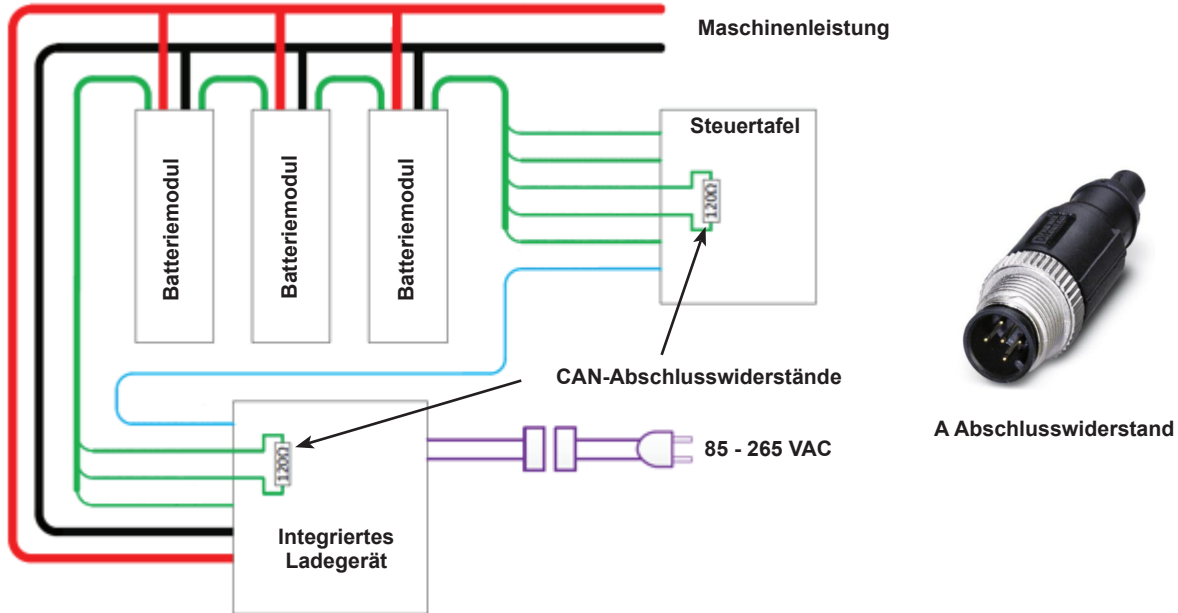
Das CAN-Kabel umfasst 5 Drähte. Die Verwendung der einzelnen Drähte ist unten in der Abbildung zu den Anschlussstiften aufgeführt: Beim CAN-Kommunikationsprotokoll werden nur die Drähte 4 und 5 verwendet; die Drähte 1-3 werden für andere Funktionen verwendet.

Stift 1	Wiederherstellung Diese Schaltung wird als Wiederherstellungsalarm verwendet. Die Maschinensteuerung erhält einer Warnung, dass die Module die Stromanschlüsse aufgrund einer Überspannung, die während des Abwärtsbetriebs auftreten kann, trennen.	
Stift 2	Ein/Aus Aktiver „Low“-Eingang zum Ein- und Ausschalten der Batteriemodule. Ein „Low“-Übergang von ≥ 250 mS oder ein permanenter „Low“ werden akzeptiert	
Stift 3	Signalmasse Geschützt durch die PTC-Sicherung im Modul.	
Stift 4	CAN High	CAN-Kommunikation, die zwischen den Modulen, dem Batterieladegerät und dem Maschinensteuermodul verwendet wird.
Stift 5	CAN Low	



Abschlusswiderstände

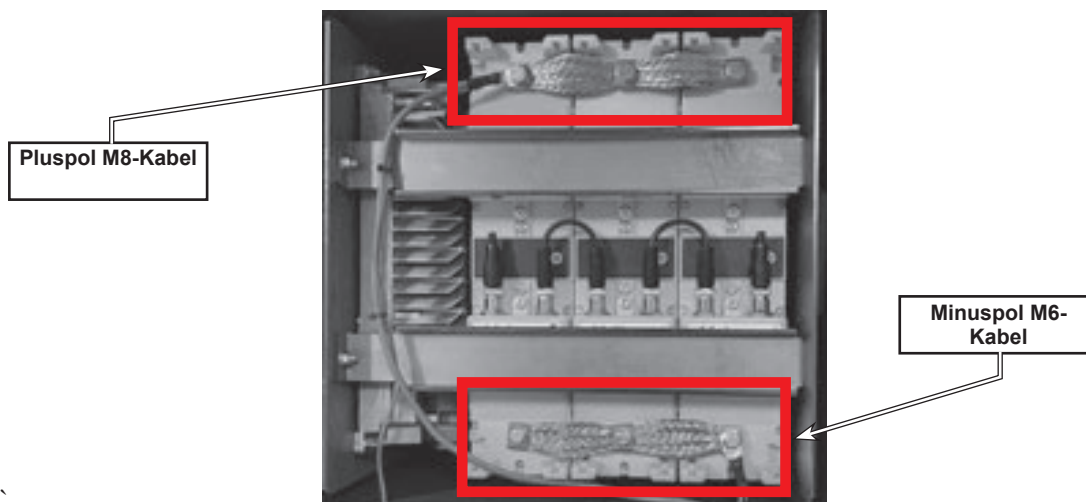
Um ungenutzte M12-5-Verbinder an Modulen abzuschließen, wenn das CAN-Bus-Netzwerk nicht bereits an allen Enden abgeschlossen ist, werden 120 Ohm Abschlusswiderstände verwendet. Ein System mit CAN-Kommunikation zu einer Host-Steuerung benötigt nur einen CAN-Abschlusswiderstand von 120 Ohm am zuletzt angeschlossenen Modul. Hier benötigt die Steuerung ihren eigenen Abschlusswiderstand. Ein Beispiel ist nachfolgend im Schaltplan eines Doppel-Steuersystems dargestellt.



Modulblockkabel

Speziell umflochtene Kabel, die zur Verbindung von Modulen in einem Modulblock verwendet werden. Sie sind flexibel umflochten, damit sie Stößen und Vibrationen in einer Maschine standhalten können. Die Kabel sind für einen maximalen Lade- oder Laststrom von 60 Ampere ausgelegt.

Kabel für Minuspole der Module haben M6-Anschlussenden und Kabel für Pluspole haben M8-Anschlussenden, sodass eine Verpolung vermieden wird.



Laden des Batteriemoduls

Sicherheit des Batteriemoduls



VORSICHT: Vor dem Aufladen von Batteriemodulen, -blöcken oder Systemsätzen die Informationen im Abschnitt „Sicherheit von Lithium-Ionen-Batterien“ des Kapitels „Allgemeine Informationen“ lesen, um die Gefahr leichter oder mittelschwerer Verletzungen zu vermeiden.

Richtlinien zum Laden und Sicherheit

Diese grundlegenden Laderichtlinien gelten immer, unabhängig davon, ob die Batteriemodule bereits in einer Maschine installiert sind oder vor der Installation geladen werden.

- Damit die Nilfisk Lithium-Ionen-Batteriemodule, Modulblöcke und Systemsätze sicher und entsprechend korrekter, spezifizierter Parameter aufgeladen werden, ausschließlich Nilfisk-zertifizierte Batterieladegeräte verwenden. Zertifizierte Ladegeräte sind auf den Batteriezertifikaten aufgeführt und entsprechen sowohl der nordamerikanischen UL 2595 als auch der europäischen Norm IEC 60335-1, Ed 6, 2020.
- Ohne CAN-Kommunikation wird der Ladevorgang nicht gestartet. Der Ladealgorithmus wird vom Modul oder Systemsatz gesteuert und nicht vom Ladegerät.
- Die Module korrekt anschließen. Vor dem Anschließen der Drähte die Polarität überprüfen. Ein Modul, das unsachgemäß angeschlossen ist, kann nicht geladen werden. Auch eine umgekehrte Ladung kann die Module beschädigen und zu Leistungs- und Sicherheitsverlusten führen, durch die Hitze oder Lecks entstehen können.
- Die Batterie in einem Umgebungstemperaturbereich von 0 °C bis +40 °C laden. (32 °F bis +140 °F). Ein unsachgemäßer oder bei Temperaturen außerhalb des angegebenen Bereichs ausgeführter Ladevorgang kann die Batterie beschädigen und das Brandrisiko erhöhen.
- Das Ladegerät oder den Batteriesatz nicht mit einem Tuch oder anderen Gegenständen abdecken. Ladegerät und Batteriesatz heizen sich während des Ladevorgangs auf, und eine mangelnde Belüftung kann zu Brand oder schweren Verletzungen führen.
- Wiederholtes Laden bei hoher oder niedriger Temperatur kann zu einer Verschlechterung der Zelleistung auch innerhalb des zulässigen Temperaturbereichs führen.
- Ein warmes Modul vor dem Laden oder Gebrauch abkühlen lassen. Die Aufladung erfolgt erst, wenn die Temperatur innerhalb der festgelegten Grenzwerte liegt.
- Vor Eingriffen an Batterien immer sicherstellen, dass die Ladegeräte ausgeschaltet oder getrennt sind.

Laden von in Maschinen installierten Modulen

1. Den einwandfreien Betrieb der Maschinensteuerung prüfen, bevor eine Maschine mit Lithium-Ionen-Batteriemodulen aufgeladen wird.



Hinweis: Die Umstellung von Blei-Säure-Batterien auf Nilfisk Lithium-Ionen-Module muss mit einem Upgrade der Maschinen-Firmware einhergehen. Nilfisk-Module verfügen über ein integriertes internes Steuerungssystem, das bei der Programmierung einer nachgerüsteten Maschine zu berücksichtigen ist.

2. Die Maschine neben der Ladestation abstellen.
3. Die Maschine abschalten.
4. Wenn die Maschine über ein integriertes Ladegerät verfügt, dieses an die Stromversorgung anschließen.
5. Wenn die Maschine ein separates Nilfisk-Selbstladegerät verwendet:
 - a. Sicherstellen, dass die Batteriemodule ausgeschaltet sind
 - b. Die Batterie vom Stromanschluss der Maschine trennen.
 - c. Prüfen, ob das Ladegerät ausgeschaltet ist.
 - d. Das Ladegerät an die Batteriesatzseite des Stromanschlusses anschließen und das Ladegerät einschalten.

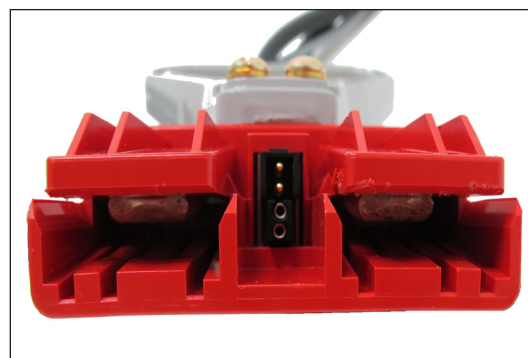


Abbildung 1: Selbstladegeräteanschluss



Hinweis: Der Ladevorgang wird vom Batterie-Management-System am Master-Modul im Batteriesatz-Komplettsystem verwaltet und nicht vom Ladegerät.

1. Der Ladevorgang kann jederzeit beendet werden; dadurch werden die Batteriemodule nicht beschädigt oder ihre Lebensdauer verkürzt. Um jedoch einen „vollen Tank“ zu erhalten, muss der Ladevorgang ganz abgeschlossen sein. Das Ladegerät erhält vom Master-Modul das Signal, den Ladevorgang zu stoppen, wenn alle Module vollständig gefüllt sind.
2. Bei Verwendung eines integrierten Ladegeräts
 - a. Den Netzstecker des Ladegeräts abziehen und sicher verstauen.
3. Bei Verwendung eines separaten Nilfisk-Selbstladegeräts:
 - a. Prüfen, ob alle Kontrollleuchten des Batteriemoduls erloschen sind und das Ladegerät ausgeschaltet ist.
 - b. Das Ladegerät von seiner Stromquelle trennen.
 - c. Das Ladegerät vom Batteriesatzanschluss trennen.
 - d. Die Batterie wieder mit dem Stromanschluss der Maschine verbinden.

Empfohlene Kabel

In einem Lithium-Ionen-Batteriemodulsystem dickere Kabel als bei anderen Batterietypen verwenden, da der Kabeldurchmesser Einfluss auf den Ausgleich und die Temperatur des Lithiumsystems hat. Die folgenden Kabelabmessungen werden für dieses Lithium-Ionen-System abhängig von der Systemgröße empfohlen:

Umflochtene Kabel zwischen Modulen:	25 mm ² (AWG 4). (genormtes Nilfisk-Kabel)
Kabel zwischen Modulblöcken und Verteilerschiene:	25 mm ² (AWG 4). (genormtes Nilfisk-Kabel)
Kabel zwischen Systemsatz und Ladegerät:	Siehe folgende Empfehlung
Kabel zwischen Systemsatz und Maschine:	Siehe folgende Empfehlung
Strom bis 20 Ampere:	6 mm ² (AWG 10)
Strom bis 30 Ampere:	10 mm ² (AWG 8)
Strom bis 40 Ampere:	16 mm ² (AWG 6)
Strom bis 60 Ampere:	25 mm ² (AWG 4)
Strom bis 80 Ampere:	35 mm ² (AWG 2)
Strom bis 100 Ampere:	50 mm ² (AWG 1/0)
Strom bis 150 Ampere:	70 mm ² (AWG 2/0)
Strom bis 200 Ampere:	95 mm ² (AWG 3/0)
Strom bis 300 Ampere:	120 mm ² (AWG 4/0)*

* Sicherstellen, dass die Kabelschellen (Ringkabelschuhe) und Verteilerschienen für den verwendeten Strom ausgelegt sind.

Ladegeräte

Damit die Nilfisk Lithium-Ionen-Batteriemodule, Modulblöcke und Systemsätze sicher und entsprechend korrekter, spezifizierter Parameter aufgeladen werden, ausschließlich Nilfisk-zertifizierte Batterieladegeräte verwenden. Zertifizierte Ladegeräte sind auf den Batteriezertifikaten aufgeführt und entsprechen sowohl der nordamerikanischen UL 2595 als auch der europäischen Norm IEC 60335-1, Ed 6, 2020.

Ein Nilfisk-zertifiziertes Ladegerät außerhalb der Maschine kann über das CANopen-Protokoll mit Nilfisk-Lithium-Ionen-Batterien kommunizieren. Ohne CAN-Kommunikation kann der Ladevorgang nicht starten.



Beispiel für ein Batterieladegerät

Der Ladevorgang wird vom Batteriemodul selbst oder vom Master-Modul in einem Block oder Systemsatz gesteuert. Das Master-Modul steuert den Strom und die Spannung für sich und die anderen Systemmodule und sendet diese Informationen an das Ladegerät zurück. Das Ladegerät führt daraufhin den Ladevorgang entsprechend der Rückmeldung aus.

Batteriewartung und -einstellungen

Nilfisk Lithium-Ionen-Batteriemodule sind so konzipiert, dass eine regelmäßige Wartung nicht erforderlich ist. Eine regelmäßige Überprüfung des Batteriegehäuses und der Stromanschlüsse wird empfohlen, um eine entsprechende und sichere Leistung zu gewährleisten.

Sicherheit des Batteriemoduls



VORSICHT: Vor Eingriffen an Batteriemodulen, -blöcken oder Systempaketen die Informationen im Abschnitt „Sicherheit von Lithium-Ionen-Batterien“ des Kapitels „Allgemeine Informationen“ lesen, um die Gefahr leichter oder mittelschwerer Verletzungen zu vermeiden.

Empfohlene Ausrüstung

- Schutzbrille und Schutzhandschuhe
- Feuchtes Tuch
- Nichtmetallische Bürste mit harten Borsten oder nichtmetallischer Scheuerschwamm
- Drehmomentschlüssel (Torx Nr. 30 und Torx Nr. 40)
- Voltmeter

Wöchentlich oder bei Bedarf in den Betriebspausen der Maschine

- Die Betriebszeit eines neuen, vollständig geladenen Batterieblocks beobachten und aufzeichnen. Diese Betriebszeit als Bezugswert verwenden, um die Betriebszeiten im Alterungsprozess des Blocks in DERSELBEN Maschine vergleichen zu können.
- Lüftungseinlässe und -auslässe der Batterie reinigen, um eine Überhitzung zu vermeiden.

Monatlich

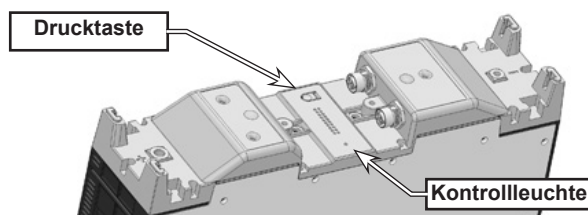
Reinigung

Die Batterien auf Sauberkeit prüfen und die Pole und Anschlüsse frei von Korrosion halten. Korrosion an den Polen kann die Leistung der Batterie beeinträchtigen und ein Sicherheitsrisiko darstellen.

- Die Oberseite der Batterie, Pole und Anschlüsse mit einem feuchten Tuch und/oder einer nichtmetallischen Bürste mit harten Borsten oder einem nichtmetallischen Scheuerschwamm von Staub befreien.
- Den Bereich um die Batterien sauber und trocken halten.

Inspektion

1. Bei eingeschalteter Maschine jede Batterie-Kontrollleuchte oben und in der Mitte der Batterie prüfen (siehe unten). Leuchtet eine Kontrollleuchte nicht dauerhaft grün, könnten Probleme am Modul vorliegen.



2. Das äußere Erscheinungsbild der Batterie prüfen.
 - Auf sichtbare Beschädigungen (Risse im Gehäuse, Rost, verbogene oder verzogene Konstruktion, beschädigte oder fehlende Kabel oder Verteilerschienen usw.) prüfen.
 - Die Oberseite der Batterie, Pole und Anschlüsse sollte frei von Korrosion sein.
Bei starker Korrosion an den Polen oder Kabelanschlüssen alle Anschlüsse abschrauben und entfernen, dann die Pole und Anschlüsse mit einer nichtmetallischen Bürste mit harten Borsten oder einem nichtmetallischen Scheuerschwamm reinigen. Die Beschichtung der Kabelanschlüsse nicht entfernen. Beschädigte Anschlüsse austauschen.
 - Beschädigte Komponenten oder Batteriemodule reparieren oder ersetzen.
3. Flüssigkeiten auf oder um die Batterie können ein Hinweis darauf sein, dass Elektrolyt überläuft oder austritt. Auslaufende Batterien sofort vorsichtig austauschen und den Bereich mit den ausgelaufenen Flüssigkeiten säubern. Elektrolyt aus Lithium-Ionen-Zellen ist schädlich. Kontakt mit Haut und Kleidung vermeiden und ggf. gründlich mit reichlich Wasser reinigen.
4. Alle Batteriekabel und -anschlüsse prüfen.
 - Sorgfältig auf lose oder beschädigte Teile prüfen.
 - Batteriekabel müssen unbeschädigt sein; gebrochene oder ausgefranzte Kabel können äußerst gefährlich sein.
 - Kabel, die ungewöhnlich aussehen, austauschen.
5. Zur Prüfung des festen Sitzes der Anschlüsse einen Drehmomentschlüssel verwenden und sicherstellen, dass ein korrekter Kontakt zwischen den Anschlüssen und der Verkabelung besteht. Die M8-Schrauben des Pluspols (+) sollten mit 9,0 Nm (6,6 lbf-ft) und die M6-Schrauben des Minuspols mit 3,9 Nm (2,9 lbf-ft) angezogen werden.

Jährlich

- Den einwandfreien Zustand des Batterieträgers und ggf. des sonstigen Zubehörs prüfen.

Batterieausbau und -einbau



WARNUNG: Die Lithium-Ionen-Batteriemodule, die in Nilfisk-Geräten verwendet werden, dürfen nur von Technikern ausgetauscht werden, die von Nilfisk entsprechend geschult wurden.



WARNUNG: Nilfisk Lithium-Ionen-Batteriemodule nur durch ein identisches Modell ersetzen, das auf dem Typenschild der Module angegeben ist. Die Verwendung einer anderen Batterie kann eine Brand- oder Explosionsgefahr darstellen.



VORSICHT: Für den Austausch maschinenspezifischer Batterien siehe Sicherheitsanweisungen und Betriebsanleitung des Geräts.

An- und Abschließen von Lithium-Ionen-Batterien



VORSICHT: Die Anschlüsse für Lithium-Ionen-Batterien unterscheiden sich von denen einer Blei-Säure-Batterie aufgrund der CAN-Kommunikationsverbindungen. Die Verkabelung der Lithium-Ionen-Batterien in der unten angegebenen Reihenfolge trennen und anschließen, um Batterieschäden zu vermeiden.

Trennung

1. Die Maschine abschalten
2. Die Batteriemodule ausschalten
3. Den Stromanschluss der Maschine abtrennen
4. Die Plusleitung der Batterie abtrennen
5. Die runde M12-Kommunikationsverbindung trennen
6. Die Minusleitung der Batterie abtrennen
7. Den Anschluss des Abschlusswiderstands entfernen, falls vorhanden.

Anschluss

1. Die Minusleitung der Batterie anschließen
2. Die runde M12-Kommunikationsverbindung anschließen
3. Die Plusleitung der Batterie anschließen
4. Den Anschluss des Abschlusswiderstands installieren, falls erforderlich
5. Den Stromanschluss der Maschine anschließen
6. Die Batteriemodule einschalten
7. Die Maschine einschalten

Ausbau eines Batteriemoduls

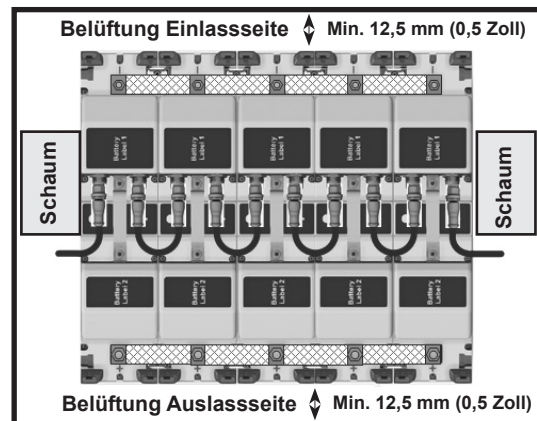
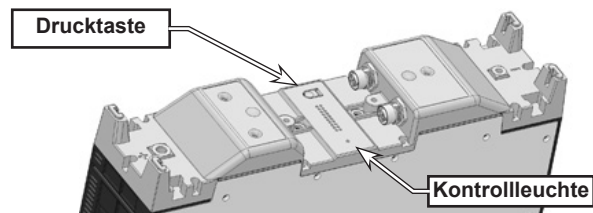


VORSICHT: Vor der Installation von Batteriemodulen, -blöcken oder Systemsätzen die Informationen im Abschnitt „Sicherheit von Lithium-Ionen-Batterien“ des Kapitels „Allgemeine Informationen“ lesen, um die Gefahr leichter bis mittelschwerer Verletzungen oder eine Beschädigung der Ausrüstung zu vermeiden.

1. Das zu entfernende Batteriemodul erfassen und markieren.



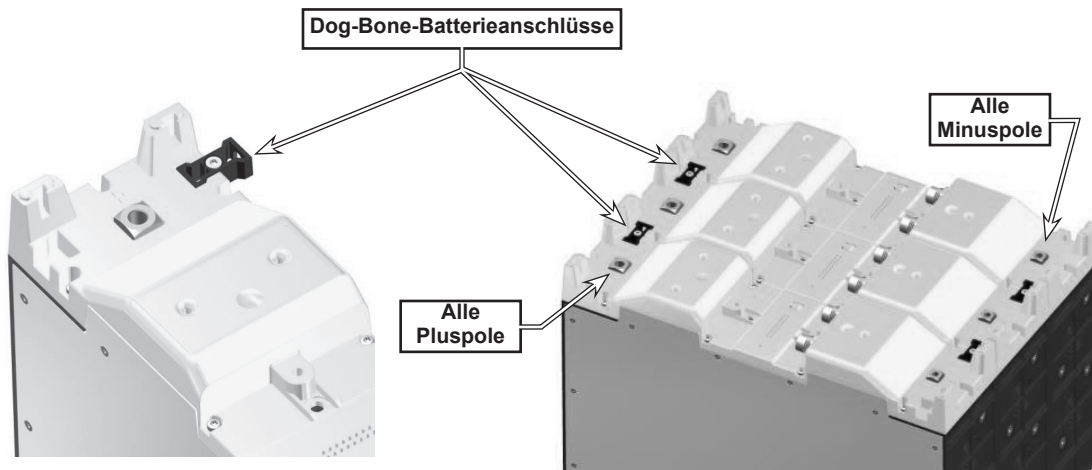
2. Die Maschine abschalten und prüfen, ob alle Kontrollleuchten des Moduls erloschen sind. Die ausgeschalteten Kontrollleuchten weisen darauf hin, dass die Anschlüsse nicht unter Spannung stehen und die Module sicher gehandhabt werden können.
3. Vor dem Trennen müssen die Verkabelungen des Moduls, Blocks oder Systemsatzes sowie der Belüftungsabstand bekannt sein; ferner ist zu prüfen, ob Befestigungsschaum für eine sichere Positionierung der Batterien verwendet wurde (siehe Beispiel rechts). Sollte kein Plan vorhanden sein, eine Skizze fertigen oder ein Foto als Referenz machen.



4. Den Stromanschluss der Maschine abtrennen
5. Die Plusleitung der Batterie abtrennen
6. Die runde M12-Kommunikationsverbindung trennen
7. Die Minusleitung der Batterie abtrennen
8. Den Anschluss des Abschlusswiderstands entfernen, falls vorhanden. .

VORSICHT: Die Batterieverkabelung in der angegebenen Reihenfolge trennen, um Schäden an den Lithium-Ionen-Batterien zu vermeiden. Die Anschlüsse an Lithium-Ionen-Batterien unterscheiden sich von denen einer Blei-Säure-Batterie.

9. Die mechanischen Dog-Bone-Anschlüsse zwischen den Modulen im Block und den markierten Modulen entfernen.



10. Das beschädigte Modul/die beschädigten Module herausnehmen. Die übrigen Module im Block können zusammengefügt und mit den Dog-Bone-Anschlüssen wieder mechanisch befestigt werden. Es gibt keine spezifische Reihenfolge der Module in einem Block.
11. Wenn das ausgebaute Modul/die ausgebauten Module durch eine gleiche Anzahl von Modulen (in derselben Position) ausgetauscht werden, die Ersatzbatteriemodule installieren.
12. Wenn neue, zusätzliche Module zum Satz hinzugefügt werden:
 - Zum sicheren Hinzufügen neuer Batteriemodule zu einem bestehenden Systemsatz siehe Abschnitt „Richtlinien für Batterieblöcke/-sätze“.
 - Bei der Installation eines neuen Moduls/neuer Module die allgemeine Vorgehensweise für die Installation eines Ersatzbatteriemoduls befolgen.

Installation eines Ersatzbatteriemoduls



VORSICHT: Vor der Installation von Batteriemodulen, -blöcken oder Systemsätzen die Informationen im Abschnitt „Sicherheit von Lithium-Ionen-Batterien“ des Kapitels „Allgemeine Informationen“ lesen, um die Gefahr leichter bis mittelschwerer Verletzungen oder eine Beschädigung der Ausrüstung zu vermeiden.

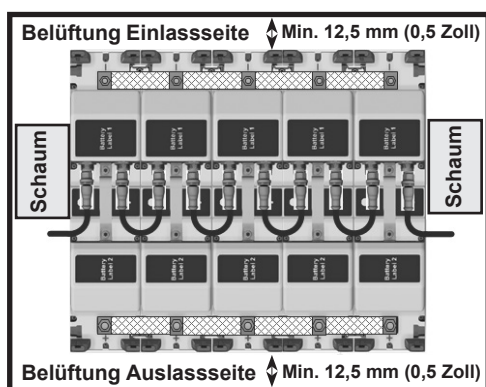


VORSICHT: Nur Module mit gleicher Spannung – und nur parallel – verbinden. Niemals in Reihe schalten.

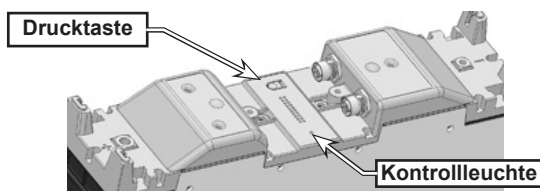


Hinweis: Bei Installation der Batterie darf die Lithium-Ionen-Batterie nicht mit der Oberseite nach unten oder an den Seiten montiert werden, um die Luftzirkulation zu gewährleisten. Damit sich die Batterie nicht überhitzt, das Gebläse oder den Luftauslass nicht abdecken oder blockieren.

1. Vor Installation eines neuen Batteriemoduls prüfen, ob die Modulbedingungen den regulären Betrieb nicht behindern. Die Drucktaste am Stand-Alone-Modul betätigen. Nach dem Starten sollte die Kontrollleuchte konstant grün leuchten. Bei rot blinkender Kontrollleuchte ist das Modul irreversibel beschädigt und kann nicht verwendet werden.
2. Prüfen, ob die Kommunikationsbaudrate des neuen Moduls mit der Maschine kompatibel ist. Um die Baudrate des neuen Moduls zu ermitteln und anzupassen, das Verfahren „Anpassung der Batterie-Baudrate“ im Kapitel „Funktionsbeschreibung“ befolgen. (Neue Batteriemodule werden mit einer Baudrate von 250 kbps geliefert und Nilfisk-Maschinen verwenden in der Regel eine Baudrate von 250 kbps, mit Ausnahme der SC50, die eine Rate von 500 kbps verwendet.) Falls gewünscht, die Baudrate eines vorhandenen Moduls prüfen, um die korrekte Rate zu ermitteln.
3. Vor dem Trennen der Batterie müssen die Verkabelung des Moduls, Blocks oder Systemsatzes sowie der Zwischenraum für die Belüftung bekannt sein; ferner ist zu prüfen, ob Befestigungsschaum für eine sichere Positionierung der Batterien verwendet wurde (siehe Beispiel unten). Falls noch nicht vorhanden, eine Skizze fertigen oder ein Foto als Referenz machen, das auch die Abschlusswiderstände enthält.

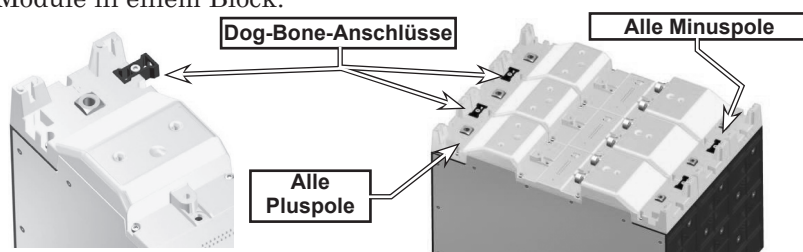


4. Sicherstellen, dass die Maschine, alle bereits installierten Batteriemodule und die neuen Module ausgeschaltet sind. Bei abgeschalteten Modulen erlischt die Kontrollleuchte oben in der Mitte. Dies bedeutet, dass die Anschlüsse nicht unter Spannung stehen und die Module sicher gehandhabt werden können.



VORSICHT: Die Batterieverkabelung in der unten angegebenen Reihenfolge anschließen, um Schäden an den Lithium-Ionen-Batterien zu vermeiden. Die Anschlüsse an Lithium-Ionen-Batterien unterscheiden sich von denen einer Blei-Säure-Batterie.

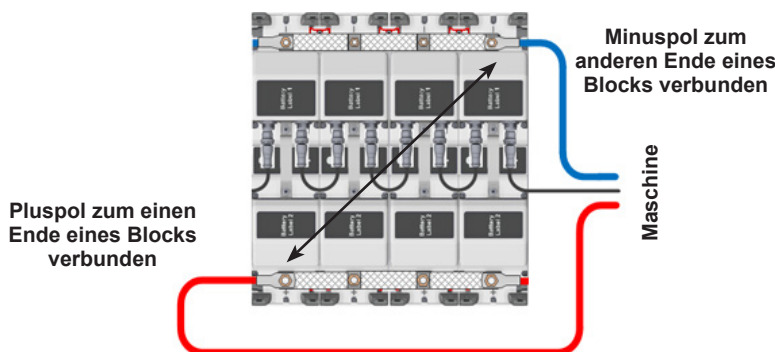
5. Das Ersatzmodul neben dem Block platzieren, aus dem ein altes Modul entfernt wurde. Zur Befestigung am Block die mitgelieferten mechanischen Dog-Bone-Anschlüsse verwenden. Es gibt keine spezifische Reihenfolge der Module in einem Block.



6. Die Verkabelung in folgender Reihenfolge anschließen:
- Die Minusleitung der Batterie anschließen. Die M6-Schrauben des Minuspols mit einem Drehmomentschlüssel mit 3,9 Nm (2,9 lbf-ft) anziehen.
 - Die runde M12-Kommunikationsverbindung anschließen
 - Die Plusleitung der Batterie anschließen. Die mit dem Modul gelieferten M8-Schrauben des Pluspols (+) mit einem Drehmomentschlüssel auf 6,6 lbf-ft anziehen.
 - Den Anschluss des Abschlusswiderstands installieren, falls erforderlich
 - Den Stromanschluss der Maschine anschließen
 - Die Batteriemodule einschalten
7. Die Maschine einschalten



Hinweis: Das Stromkabel muss diagonal über die Blöcke angeschlossen werden, wie unten gezeigt.



8. Die Maschine starten.
9. Sicherstellen, dass sich der Batteriesatz im Modus zur ID-Konfiguration des Knotens befindet. Alle Kontrollleuchten des Moduls funktionieren wie nachstehend.

Kontrollleuchte: Anzeige wie dargestellt

LED													...
Sek.	0,3	0,3											0,6

10. Wenn der ID-Konfigurationsvorgang des Knotens abgeschlossen ist, überprüfen, ob die Kontrollleuchten des Moduls alle konstant grün aufleuchten (aktiver Modus) und betriebsbereit sind.

Richtlinien für Batterieblöcke/-sätze



VORSICHT: Vor der Installation von Batteriemodulen, -blöcken oder Systemsätzen die Informationen im Abschnitt „Sicherheit von Lithium-Ionen-Batterien“ des Kapitels „Allgemeine Informationen“ lesen, um die Gefahr leichter bis mittelschwerer Verletzungen oder eine Beschädigung der Ausrüstung zu vermeiden.

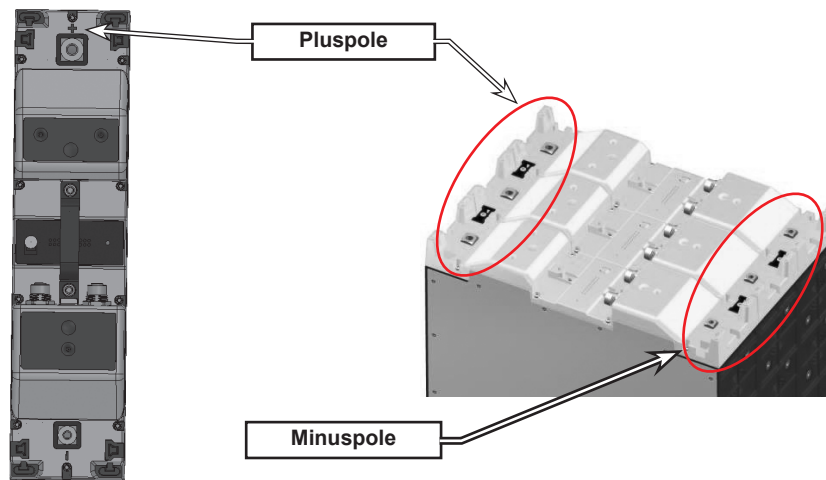


Hinweis: Die folgenden Richtlinien haben Allgemeingültigkeit. Für spezifische Informationen zur Größe des Satzes, Anordnung usw. siehe Wartungsanleitung der Maschine.

Richtlinien: Blöcke



VORSICHT: Batteriemodule müssen als Blöcke parallel – niemals in Reihe – elektrisch verbunden werden. Vor dem Anschließen von Kabeln die Polarität überprüfen. Unsachgemäß angeschlossene Module können nicht geladen werden.



- **Keinesfalls Module mit unterschiedlichen Spannungen verbinden. Die Nennspannung ist auf dem Typenschild des Moduls angegeben.**

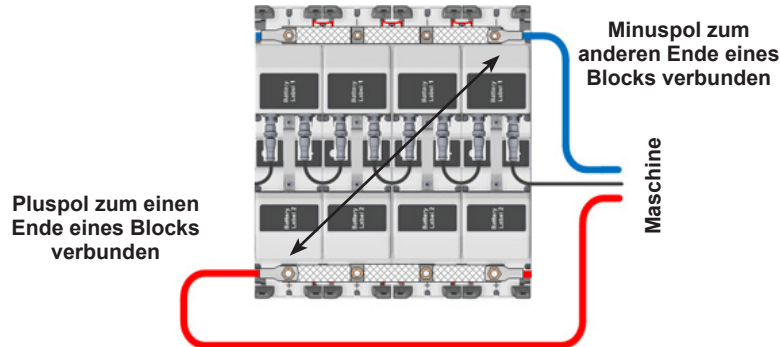


- **Ein Modulblock darf nicht aus mehr als 5 Modulen bestehen.**
- **Ein Modulblock darf im Durchschnitt nicht mehr als 60 Ampere Strom führen.**
- **Damit das System im Gleichgewicht bleibt, darf die Anzahl der Module in den Blöcken in einem Systempaket nicht um mehr als 1 abweichen (zwei Blöcke können 4 und 3 Module enthalten, aber nicht 5 und 2).**

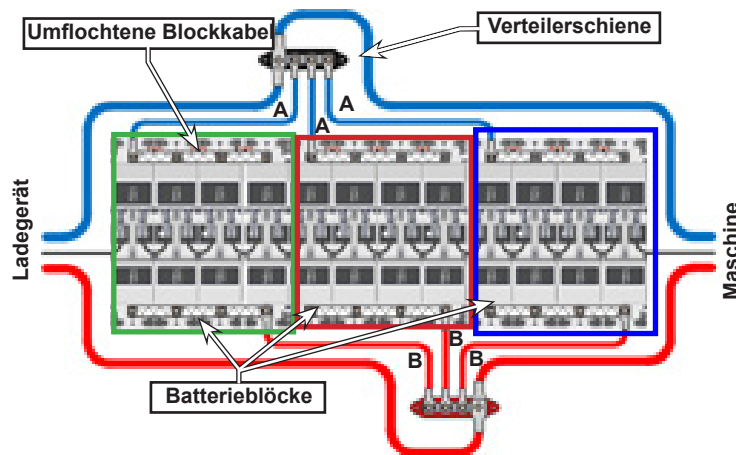
Richtlinien: Kabel



VORSICHT: Stromkabel zu und von einem Modulblock müssen *diagonal* angeschlossen werden; die Plusleitung ist mit dem Pluspol eines Moduls an einem Ende des Blocks und die Minusleitung mit dem Minuspol des Moduls am anderen Ende des Blocks zu verbinden.



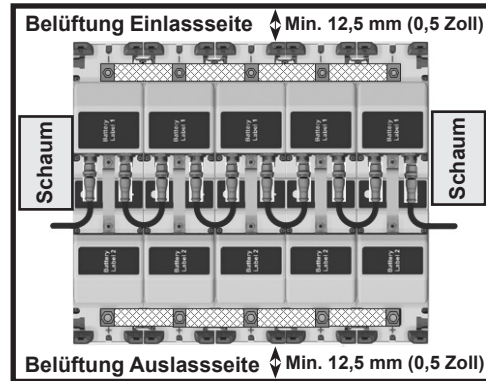
- Die Plusleitungen ('B', rot dargestellt) zwischen den Modulblöcken und den Verteilerschienen müssen die gleiche Länge und Leitergröße haben.
- Die Minusleitungen ('B', blau dargestellt) zwischen den Modulblöcken und den Verteilerschienen müssen die gleiche Länge und Leitergröße haben.
- Umflochtene Kabel, die in den Modulblöcken verwendet werden, nicht zwischen Blöcken verbinden. Zur Verbindung jedes Blocks mit einem Systemsatz eine Verteilerschiene verwenden.



Richtlinien: Blockpositionierung



VORSICHT: Zwischen den Lufteinlässen und -auslässen des Moduls und den Maschinenwänden sollte ein Abstand von mindestens 12,5 mm (0,5 Zoll) bestehen, um sicherzustellen, dass sich die Luft frei in die Module und aus ihnen heraus bewegen kann (siehe Beispiel unten).

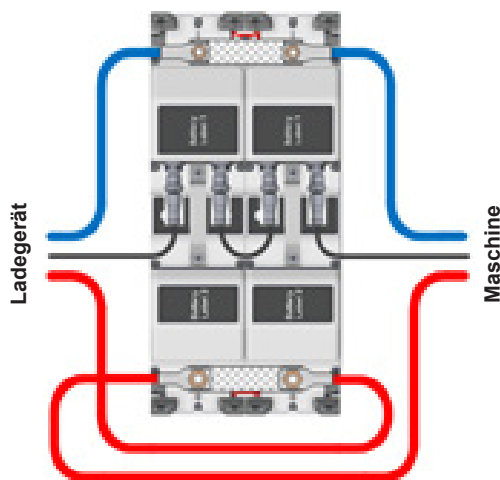


- Bei der Installation darauf achten, dass die Lufteinlassseite der Module sich nicht in der Nähe von maschineninternen Wärmequellen befindet.
- Heiße Luft von der Auslassseite der Module darf nicht ungehindert zur Moduleinlassseite gelangen.

Beispiele für Block-/Satzanordnungen

Dieser Abschnitt enthält allgemeine Beispiele für verschiedene Anordnungen von Blöcken und Systemsätzen sowie eine Erläuterung für die Anordnung. Für spezifische Informationen zur Größe des Satzes, Anordnung usw. siehe Wartungsanleitung der Maschine.

Zwei Module in einem Block



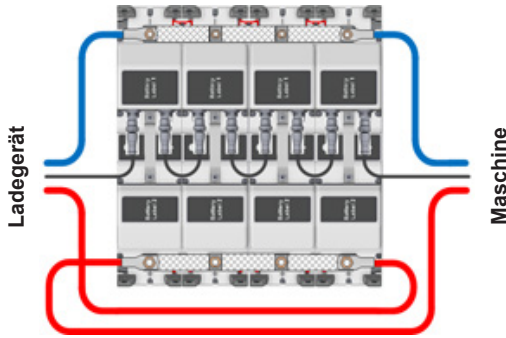
Die Verbindung zwischen den beiden Modulen erfolgt über umflochtene Kabel und ein kurzes Steuerkabel.

Die Stromkabel werden direkt an das Ladegerät und die Maschine angeschlossen.

Die Länge der Stromkabel ist nicht beschränkt, jedoch wird empfohlen, eine Kabelgröße entsprechend der Liste der empfohlenen Kabel zu wählen.

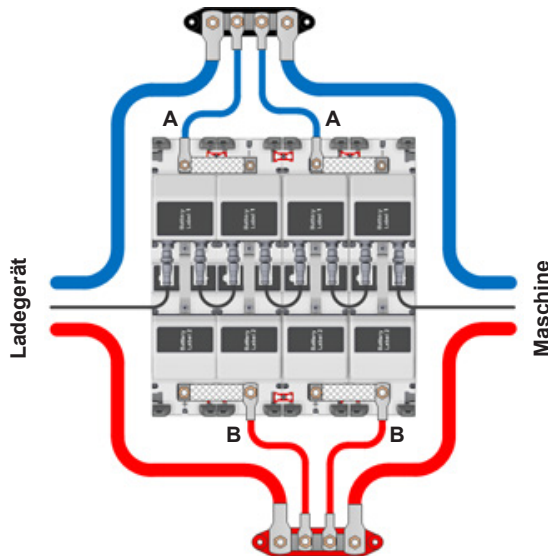
Das Ladegerät und die Maschine müssen unbedingt diagonal über den Motorblock verbunden werden, um den Block im Gleichgewicht zu halten. (In das linke Blockmodul und aus dem rechten Modul, wie in der Abb. gezeigt).

Die beiden Module werden mit zwei mechanischen Dog-Bone-Anschlüssen mechanisch miteinander verbunden.

Vier Module in einem Block ohne Verteilerschiene

Der maximale Lade- und Maschinenstrom darf 60 Ampere nicht überschreiten, wenn keine Verteilerschienen verwendet werden.

Der Aufbau ist identisch mit der obigen Konfiguration, jedoch mit vier Modulen.

Vier Module in einem Block mit Verteilerschiene

Wenn der maximale Lade- und Maschinenstrom 60 Ampere überschreitet, müssen Verteilerschienen verwendet und die Module in zwei Blöcke aufgeteilt werden.

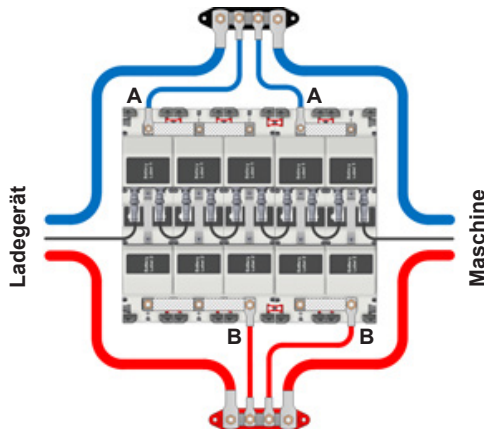
Zwischen Modul zwei und drei befinden sich keine umflochtenen Kabel; stattdessen werden Verteilerschienen verwendet.

Die beiden Blöcke sind über vier Stromkabel mit einer Abmessung von 25 mm² (AWG 4) mit der Verteilerschiene verbunden.

Sowohl die mit „A“ gekennzeichneten Stromkabel als auch die mit „B“ gekennzeichneten Stromkabel müssen identisch sein.

Die Stromkabel „A“ und „B“ müssen diagonal über jeden Block verbunden werden; siehe Abb. (in das linke Blockmodul und aus dem rechten Modul).

Die Länge der Stromkabel von der Verteilerschiene zum Ladegerät und zur Maschine ist nicht beschränkt, jedoch müssen sie entsprechend der Stromstärke bemessen werden.

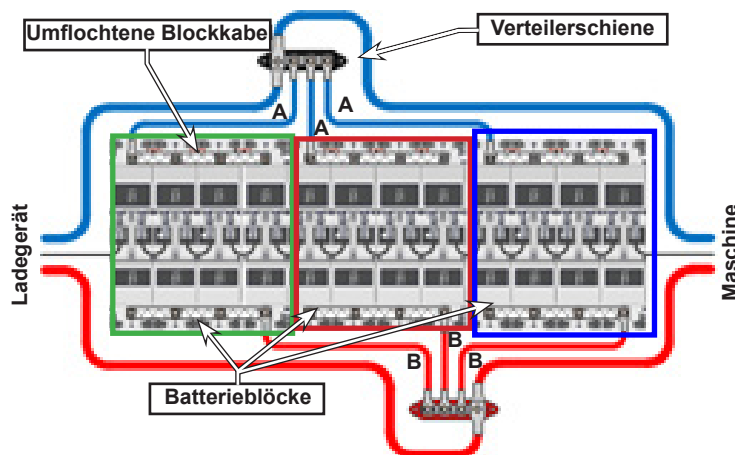
Fünf Module in einem Block mit Verteilerschiene

Diese Konfiguration zeigt fünf Module, bei denen der Strom 60 Ampere überschreitet, sodass es zwei Blöcke geben muss, bei denen die Blockgröße ungerade ist.

Eine ungerade Anzahl an Modulen ist für symmetrischen Strom in den Blöcken nicht optimal, jedoch besteht die Alternative darin, die fünf Module in fünf „Blöcke“ zu jeweils einem Modul zu unterteilen.

Die Stromkabel „A“ und „B“ müssen diagonal über jeden Block verbunden werden; siehe Abb. (in das linke Blockmodul und aus dem rechten Modul).

Zwölf Module in drei Blöcken mit Verteilerschiene



Das obige Bild zeigt eine Konfiguration mit zwölf Modulen. Der Lade- oder Maschinenstrom übersteigt 120 Ampere, sodass die Module in drei Blöcke mit jeweils vier Modulen unterteilt sind. (Es ist auch möglich, den Satz in vier Blöcke zu je drei Modulen aufzuteilen. Die Kosten für die Herstellung des Satzes als 3 x 4, 4 x 3 oder 6 x 2 Module sind nahezu gleich.)

Zwischen den Modulblöcken befinden sich keine umflochtenen Kabel; stattdessen werden Verteilerschienen verwendet.

Die drei Modulblöcke sind über sechs Stromkabel zu 25 mm² (AWG 4) mit der Verteilerschiene verbunden.

Die mit „A“ gekennzeichneten Stromkabel müssen in Länge, Durchmesser und Material identisch sein, um eine ausgeglichene Energieversorgung der Module bereitzustellen. Auch die mit „B“ gekennzeichneten Stromkabel müssen identisch sein.

Die Stromkabel „A“ und „B“ müssen diagonal über jeden Block verbunden werden; siehe Abb. (in das linke Blockmodul und aus dem rechten Modul).

Die Länge der Stromkabel von der Verteilerschiene zum Ladegerät und zur Maschine ist nicht beschränkt, jedoch müssen sie entsprechend der Stromstärke bemessen werden.

Auf die angezeigte erste Lage von Modulen kann eine weitere Modullage aufgelegt werden. Die erste Lage ist wie oben beschrieben aufgebaut. Das Steuerkabel zwischen den 2 Lagen ist eine längere Version als das Steuerkabel, das zwischen den Modulen verwendet wird. Die 2. Modullage wird auf der ersten Lage angebracht und auf die gleiche Weise wie die erste angeschlossen. Die Kabel „A“ und „B“ sind mit den Verteilerschienen verbunden und das lange Steuerkabel der ersten Lage wird mit der 2. Modullage verbunden.

Austausch eines Blei-Säure-Batteriesystems durch Lithium-Ionen-Batterien

Eine Umrüstung der Maschinenbatterie von Bleisäure auf Lithium-Ionen kann nur mit Nilfisk-Kits sicher durchgeführt werden. Für Informationen zu diesen Kits und zur Umrüstung den lokalen Nilfisk-Händler kontaktieren.

Fehlersuche



VORSICHT: Bei Eingriffen in der Nähe von beschädigten Batterien stets Schutzkleidung, Handschuhe und eine Schutzbrille tragen. Für wichtige Sicherheitsinformationen siehe Kapitel „Allgemeine Informationen“ und den Abschnitt „Sicherheit/Auslaufen von Lithium-Ionen Batterien“ oder „Brand“.

Fehlerdiagnose

Probleme mit Batterien können auf drei Arten erkannt werden:

- Bei einer Sichtprüfung können beschädigte, verformte oder undichte Batteriegehäuse erfasst werden. Um weitere Schäden an den Geräten zu vermeiden, müssen diese Batterien sofort aus der Maschine entfernt und gemäß den lokalen Vorschriften entsorgt werden.
- Die Kontrollleuchte der Batterie blinkt möglicherweise rot und weist so auf ein Problem hin. Die konkrete Ursache kann nur über das CAN-System der Maschine ermittelt werden.
- Eine dauerhaft rot aufleuchtende Kontrollleuchte an einem Batteriemodul zeigt an, dass ein reversibler Zustand aufgetreten ist, der bei Behebung des Zustands zurückgesetzt wird. In diesem Fall hat das BMS des Moduls die Stromversorgung der Anschlüsse aufgrund einer der folgenden Bedingungen unterbrochen: niedrige Ladung, Über-/Untertemperatur oder zu starke Stromaufnahme.
- Eine rot blinkende Kontrollleuchte zeigt an, dass das Modul einen irreversiblen Fehler aufweist, der nicht behoben werden kann (defekte Sicherung, zu stark entladene Zellen usw.). Das Modul muss ausgetauscht werden. Die beschädigte Batterie über Recyclingkanäle und entsprechend den lokalen, regionalen und nationalen Verordnungen entsorgen.
- Maschinensystemwarnung.



VORSICHT: Die Maschine vor Arbeiten an bzw. in der Nähe von deren elektrischen Anlagen abschalten.

Fehlersuche nach Symptomen

Dauerhaft rot aufleuchtende LED

Stromversorgung Anschlüsse: Nein

Kontrollleuchte: Anzeige wie dargestellt

LED	
Sek.	

Mögliche Ursache	Empfohlene Vorgehensweise
Batteriemodul leer	Batteriemodul laden
Batteriemodultemperatur außerhalb des normalen Bereichs	Für stabile Temperatur sorgen
Maschine nimmt zu viel Strom vom Batteriemodul auf	Stromanschluss der Maschine trennen. Sobald das Modul wieder ordnungsgemäß arbeitet, die Stromaufnahme der Maschine korrigieren.
Der interne Temperatursensor des Batteriemoduls ist nicht kalibriert. Fälschlicherweise zeigt er eine unzulässige Temperaturbedingung an.	Batteriemodul laden, Netzstecker der Maschine trennen und warten, bis sich die Temperatur des Batteriemoduls stabilisiert. Sollte die LED immer noch dauerhaft rot leuchten, das Batteriemodul ersetzen.

Rot blinkende LED

Kontrollleuchte: Anzeige wie dargestellt

LED						...
Sek.	0,2	0,2				0,6

Mögliche Ursache	Empfohlene Vorgehensweise
Fehler internes Batteriemodul	Batteriemodul ersetzen

Keine Systemkommunikation

- Korrekte Verkabelung gemäß den Schaltplänen der Maschine prüfen. Prüfen, ob die Anschlüsse fest sitzen und die Verkabelung unbeschädigt ist.
- Prüfen, ob sich Abschlusswiderstände an den Enden des Busses befinden. Zur Position der Widerstände siehe Maschinendokumentation.