

Bedien- und Sicherheitshinweise
Operating and safety instructions

BP-LFP-1375



1.	Sicherheitshinweise	4
1.1.	Allgemeine Hinweise.....	4
1.2.	Sicherheits- und Warnhinweise zum Batteriegebrauch	5
2.	Anschlüsse des Batterie-Systems	8
3.	Technische Daten	9
4.	Funktionalität BMS.....	10
4.1.	Schutzfunktionen.....	10
4.2.	Ladeverhalten	12
4.3.	Balancing	13
4.4.	Entladung	13
4.5.	Tiefentladung	14
4.6.	SMBus.....	14
5.	Entladeprozess.....	14
6.	Ladeprozess	15
7.	Lagerungs- und Pflegehinweise	15
8.	Transporthinweise	16
9.	Entsorgungshinweise	17
10.	Sonstige Hinweise	17

1. Sicherheitshinweise



1.1. Allgemeine Hinweise

Bitte lesen Sie die Sicherheitshinweise vor dem ersten Gebrauch vollständig und beachten Sie diese sorgfältig!

Beachten Sie bitte auch das entsprechende Sicherheitsdatenblatt.

Die falsche Bedienung oder das falsche Anschließen kann schwere Verletzungen oder den Tod zur Folge haben. Durch die falsche Bedienung oder das falsche Anschließen besteht immer Feuer- und Explosionsgefahr. Beim Arbeiten mit der Batterie ist darauf zu achten, dass kein Schmuck wie z.B. Ringe oder Uhren getragen werden, welche einen Kurzschluss verursachen können.



1.2. Sicherheits- und Warnhinweise zum Batteriegebrauch

- Wie bei anderen Batterien gilt auch für Lithiumbatterien, dass sie selbst im vermeintlich entladenen Zustand weiter eine Gefahrenquelle darstellen können, da sie einen sehr hohen Kurzschlussstrom liefern können.
- Zu tiefe Entladung führt zu einer nachhaltigen Schädigung. Tiefentladene Batteriemodule dürfen nicht mehr geladen bzw. betrieben werden. Tiefentladung kann beispielsweise bei sehr langer Einlagerung eines zuvor bis zur Entladeschlussgrenze entladenen Batteriemoduls auftreten.
- Die Batterie darf nicht zerlegt, geöffnet, beschädigt oder zerkleinert werden.
- Die Batterie darf weder Hitze noch Feuer ausgesetzt werden. Länger andauernde, direkte Sonneneinstrahlung ist zu vermeiden.
- Die Batterie ist außerhalb der Reichweite von Kindern aufzubewahren.
- Die Batterie darf nicht kurzgeschlossen oder mit falscher Polarität angeschlossen werden.
- Die Anschlusskabel des Batteriepacks dürfen nicht modifiziert werden.
- Ein oder mehrere Batterien dürfen nicht gefährbringend in einer Schachtel oder einem Schubfach gelagert werden, wo sie sich gegenseitig kurzschließen oder durch andere leitende Werkstoffe kurzgeschlossen werden können.
- Die Batterie darf keinen mechanischen Stößen ausgesetzt werden.
- Es dürfen ausschließlich Ladegeräte verwendet werden, die speziell für den Gebrauch mit Lithium-Eisenphosphat-Batteriesystemen vorgesehen sind.
- Die Polaritätskennzeichen Plus (+) und Minus (-) auf den Zellen, Batterien und Geräten müssen immer beachtet werden. Der richtige Gebrauch muss sichergestellt sein.
- Die Batterie ist sauber und trocken zu halten.
- Bei Verschmutzung der Batterieanschlüsse, sind diese mit einem trockenen, sauberen Tuch zu reinigen.
- Die Batterie muss vor dem Gebrauch geladen werden. Die Hinweise des Herstellers bzw. die Angaben in dieser Geräteanleitung für das richtige Laden sind stets einzuhalten.

1.2. Sicherheits- und Warnhinweise zum Batteriegebrauch (Forts.)

Bei Undichtheit einer Zelle darf die Flüssigkeit nicht mit der Haut in Berührung kommen bzw. in die Augen oder den Mund gelangen.



Maßnahmen bei Inhalation

Aus einer beschädigten Zelle austretende Dämpfe oder Nebel können zu Reizungen der Atemwege führen. Beim Einatmen des Inhalts einer geöffneten Zelle ist die Kontaminationsquelle entfernen oder die betroffene Person an die frische Luft bringen. Ärztliche Hilfe aufsuchen.



Maßnahmen bei Augenkontakt

Ein Kontakt mit dem Inhalt einer geöffneten Zelle kann schwere Verbrennungen oder Augenreizungen verursachen. Sollte es zu Augenkontakt mit dem Inhalt einer geöffneten Zelle kommen, das/die kontaminierte(n) Auge(n) unverzüglich mit einem lauwarmen, schwach fließenden Wasserstrahl mindestens 30 Minuten ausspülen. Augenlider dabei offenhalten. Neutrale Kochsalzlösung kann, sobald verfügbar, verwendet werden. Sofern erforderlich, die Augen während des Transports zur Notversorgungsstation weiter ausspülen. Darauf achten, dass kontaminiertes Wasser nicht in das unversehrte Auge oder ins Gesicht gespült wird. Die betroffene Person unverzüglich in eine Notversorgungsstation bringen.



Maßnahmen bei Hautkontakt

Ein Kontakt mit dem Inhalt einer geöffneten Zelle kann Verbrennungen verursachen. Sollte es zu Hautkontakt mit dem Inhalt einer geöffneten Zelle kommen, die kontaminierten Kleidungsstücke, Schuhe und Lederteile ausziehen. Unverzüglich mit lauwarmem, schwach fließendem Wasser mindestens 30 Minuten lang abspülen. Bei anhaltenden Reizsymptomen oder Schmerzen ärztliche Hilfe aufsuchen. Kleidungsstücke, Schuhe und Lederwaren vor der Wiederverwendung gründlich waschen oder entsorgen.



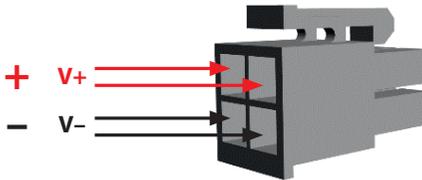
Maßnahmen bei Verschlucken

Ein Kontakt mit dem Inhalt einer geöffneten Zelle kann schwere chemischen Verbrennungen des Mundes, der Speiseröhre und des Magendarmtrakts verursachen. Bei Verschlucken des Inhalts einer geöffneten Zelle NICHTS über den Mund zuführen, wenn die betroffene Person rasch bewusstlos wird, bewusstlos ist oder Krampfanfälle hat. Den Mund gründlich mit Wasser ausspülen lassen. KEIN ERBRECHEN HERBEIFÜHREN. Bei spontanem Erbrechen die betroffene Person in eine vorwärts gebeugte Position bringen, um die Erstickungsgefahr zu mindern. Den Mund erneut mit Wasser ausspülen lassen. Die betroffene Person unverzüglich in eine Notversorgungsstation bringen.

2. Anschlüsse des Batterie-Systems

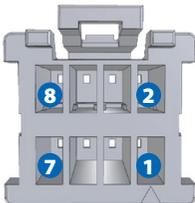
Stromanschluss:

- 2x Rot (Plus): AWG 18
- 2x Schwarz (Minus): AWG 18
- Kabellänge 35 cm
- Stecker: Würth Elektronik, P/N: 649004113322 oder baugleicher Stecker



SMBUS und System Present:

- AWG 26 oder AWG 24 -
- Kabellänge 35 cm
- Stecker: Würth Elektronik, P/N: 624008213322 oder baugleicher Stecker



PIN	FUNCTION
1	N/A
2	I ² C_0-SCL (Clock I ² C Channel 0)
3	N/A
4	I ² C_0-SDA (Data I ² C Channel 0)
5	N/A
6	SP0 (Battery Present Channel 0)
7	N/A
8	GND

3. Technische Daten

BP-LFP-1375	
Elektrische Daten	
Zelltyp	ANR26650M1-B
Nominal Kapazität	7,5 Ah
Nominal Spannung	13,2V
Energie	99Wh
Spannungsbereich Corepack	10V – 14,4V
Überspannungsabschaltung	Sobald erste Zelle 3,8V erreicht
Unterspannungsabschaltung	Sobald erste Zelle 2,2V erreicht
Unterspannungsabschaltung Recovery	Einzelzelle bei 2,5V
Unterspannungsabschaltung (Shutdown-Modus)	Einzelzelle bei 2,5V nach 255 s
Kurzschlussabschaltung	66 A (< 1 μ s)
Sicherung	25 A ATO
Ladeparameter	
Ladeschlussspannung	13,85V
Empfohlener Ladestrom	4 A
Abschaltung durch BMS	5 A (5,5 A für 5 s, 6 A für 2vs)
Betriebstemperaturbereich	-20...+55 °C
Abschaltung Temperaturbereich	-30°C (Recovery -27 °C) ... +65 °C (Recovery 62 °C)
Entladeparameter	
Entladeschlussspannung	8,8V
Empfohlener Entladestrom	11 A
Abschaltung durch BMS	20 A (20,5 A für 6 s, 21 A für 1 s)
Betriebstemperaturbereich	-30°C...+55 °C
Abschaltung Temperaturbereich	-30°C (Recovery -27 °C) ... +75 °C (Recovery 72 °C)
Mechanische Daten	
Länge	113 mm
Breite	66 mm
Höhe	83 mm
Gewicht	980 g
Lagerung	
Empfohlener Temperaturbereich	25 °C \pm 5 °C
Empfohlener Ladezustand	80 %

4. Funktionalität BMS

Ist das **BMS im AKTIV-MODUS**, werden alle kritischen Parameter des Batteriesystems (wie z.B. Zelltemperatur, Spannungen, Ströme, usw.) auf Einhaltung der Grenzwerte zyklisch durch das Batterie Management System überwacht und das Batteriesystem im Fehlerfall abgeschaltet. Laden und Entladen ist nur bei einem aktivierten Batterie Management System möglich.

Das BMS befindet sich **ohne Kommunikation im SLEEP-Modus**, der Lade-FET ist dabei aktiviert. Eine Überwachung der kritischen Parameter findet dabei in größeren Zeitintervallen statt. Es erwacht bei Erkennung eines Stromflusses oder bei Kommunikation.

4.1. Schutzfunktionen

Das BMS verfügt über eine Vielzahl an Parametern zur Erkennung von Fehlerzuständen, deren Grenzwerte und Gültigkeit im Einzelnen festgelegt werden können. Im Folgenden ist eine grundsätzliche Aufteilung in *kurzzeitige, reversible und permanente Fehler* dargestellt:

Tritt beim Betrieb ein kurzzeitiger, reversibler Fehler (z.B. Überstrom, Übertemperatur, usw.) auf, schaltet die Elektronik kurzfristig ab und anschließend wieder frei wenn der Fehler nicht mehr vorhanden ist, ansonsten bleibt die Batterie deaktiviert.

Tritt während dem Betrieb ein permanenter Fehler (z.B. Verlust eines Zellspannungsabgriffs, Zellüberspannung, Zellunterspannung) auf, bleibt die Batterie dauerhaft deaktiviert und kann nur vom Hersteller (nach Fehlerbehebung, über SM-Bus o.ä.) wieder freigeschaltet werden.

Erste Sicherheitsstufe - Kurzschluss und Überlasterkennung:

Das BMS verfügt über eine hardware-basierte Kurzschluss- und Überlasterkennung. Unabhängig ob im SLEEP- oder AKTIV-MODUS findet eine Überwachung des Stromflusses statt.

Zweite Sicherheitsstufe – Schmelzsicherung:

Eine zusätzliche Kurzschlussicherung in Hardware ist auf dem BMS vorgesehen und schützt das Batteriesystem in zweiter Sicherheitsstufe.

Grenzwerte für kurzzeitig auftretende, reversible Fehler

Abkürzung	Beschreibung	Grenzwerte des Prototyps
CUV	Zellunterspannungserkennung	2,2V (Recovery 2,5V)
COV	Zellüberspannungserkennung*	3,8V (Recovery 3,4V)
OCC1	Überstromerkennung beim Laden	5,5 A für 5 s
OCC2	Überstromerkennung beim Laden	6 A für 2 s
OCD1	Überstromerkennung beim Entladen	20,5 A für 6 s
OCD2	Überstromerkennung beim Entladen	21 A für 1 s
AOLD	Überlasterkennung	-66 A, 3 ms
ASCC	Kurzschlusserkennung beim Laden	110 A, 0 μ s
ASCD	Kurzschlusserkennung beim Entladen	-66 A, 0 μ s, Reset nach 5 s bzw. 30 s
OTC	Übertemperaturerkennung der Zellen beim Laden	65°C (Recovery 62°C)
OTD	Übertemperaturerkennung der Zellen beim Entladen	75°C (Recovery 72°C)
OTF	Übertemperaturerkennung der MosFETs	90°C (Recovery 70°C)
UTC	Untertemperaturerkennung der Zellen beim Laden	-30°C (Recovery -27°C)
UTD	Untertemperaturerkennung der Zellen beim Entladen	-30°C (Recovery -27°C)

4.2. Ladeverhalten

Das Ladeverhalten richtet sich nach dem im Kapitel Ladeprozess beschriebenen Vorgehen. Dazu ist ein geeignetes Ladegerät (idealerweise UPSI-2406) zu verwenden. Das BMS beendet den Ladevorgang mit Erreichen der folgenden Ladeschlusskriterien selbstständig:

Abkürzung	Beschreibung/Zustand	Hinweise
Charge Term Taper Current	Strom bei Ladeschluss	Grenzwert Strom < 125 mA
CUV_RECOV_CHG	Nach Entladeschluss bleibt die Ausgangsspannung deaktiviert bis ein Ladevorgang stattgefunden hat.	Funktion ist aktiviert

Die Ladeschlusskriterien sind erfüllt, wenn der Strom unter den Wert des Charge Term Taper Current gesunken ist und zugleich die Ladeschlusskriterien TC/FC erfüllt sind. Mit Erreichen des Ladeschlusses wird der Lade-FET deaktiviert.

Schutzfunktionen der *temporären, reversiblen oder permanenten Fehler* und *Kurzschluss-erkennung* sind davon nicht beeinflusst!

Laden eines leeren Batteriesystems:

Sobald ein Ladegerät angeschlossen und dessen Ausgangsspannung aktiv ist, schaltet das BMS in den AKTIV-MODUS und die FETs werden (wieder) freigeschaltet. Der Pin „System Present“ muss dafür auf GND geschaltet sein.

Erfolgreicher Abschluss des Ladevorgangs:

Mit Erreichen der Grenzwerte (Ladeschluss) werden die Flags FC und TC gesetzt.

Abkürzung	Beschreibung/Zustand	Grenzwerte
TC	Terminate Charge	Setzen: 3,46V Reset 3,3V bzw. 95 % SOC
FC	Fully Charged	Setzen: 3,45V Reset 3,3V bzw. 95 % SOC

Das BMS bietet zudem die Möglichkeit, die verfügbare Restkapazität zu ermitteln. Dazu wird der Zellinnenwiderstand für jede Zelle für verschiedene Spannungslagen erfasst und über die Batteriebensdauer aktualisiert.

Hinweis:

Unter Extrembedingungen z.B. bei besonders niedrigen bzw. hohen Temperaturen sollte das Lade- und Entladeverhalten in Verbindung mit Ihrer Applikation überprüft werden. Die Zellcharakteristik führt zu einem anderen Spannungsverhalten der Zellen.

4.3. Balancing

Das BMS balanced während und nach dem Ladevorgang die Zellen. Die erforderlichen Balancing-Zeiten werden automatisch ermittelt. Gegebenenfalls ist für die fehlerfreie Ermittlung einzelner Zellkapazitäten ein Entlade-Lade-Zyklus, bei der die Zellkapazitäten neu ermittelt werden, erforderlich.

Abkürzung	Beschreibung/Zustand	Grenzwerte
Min RSOC for Balancing	Ein Balancing im Ruhezustand findet nur bei Ladezustand über dem Grenzwert statt.	98%
Min Start Balance Delta	Ist der Zellspannungsunterschied im Ruhezustand über dem Grenzwert, wird die erforderliche Balancingzeit ermittelt.	3 mV

4.4 Entladung

Das BMS schaltet die Ausgangsspannung bei Erreichen der Entladeschlussspannung ab. Schutzfunktionen der temporären, reversiblen oder permanenten Fehler und Kurzschlusserkennung sind davon nicht beeinflusst!

Laden Sie das Batteriesystem nach vollständiger Entladung **zeitnah** (innerhalb von 7 Tagen) wieder auf um eine Tiefentladung zu vermeiden.

Erfolgreicher Abschluss des Entladevorgangs:

Mit Erreichen der Entladeschlussspannung werden die Flags FD und TD gesetzt.

Abkürzung	Beschreibung/Zustand	Grenzwerte
TD	Terminate Discharge	Setzen: 2,2V bzw. 6% SOC Reset: 3,1V bzw. 8% SOC
FD	Fully Discharged	Setzen: 2,2V bzw. 0% SOC Reset 3,1V bzw. 5% SOC

4.5 Tiefentladung

Das BMS wechselt in den SHUTDOWN-Modus mit besonders niedrigem Eigenverbrauch sobald die Zellspannung unterhalb des Grenzwerts liegt. Dabei werden die MOSFETs und das BMS abgeschaltet, um die Zellen vor Tiefentladung zu schützen.

Abkürzung	Beschreibung/Zustand	Grenzwerte
Shutdown Voltage	Liegt eine Zellspannung unter dem Grenzwert, geht das BMS nach Ablauf der Shutdown Time in den Shutdown-Modus.	2,5V
Shutdown Time	Timer für Shutdown-Modus.	255 s

Abkürzung	Beschreibung/Zustand	Grenzwerte
PF Shutdown Voltage	Liegt eine Zellspannung für die im Parameter PF Shutdown Time definierte Zeit unter dem Grenzwert, geht das BMS nach Ablauf in einen dauerhaften Fehlerzustand. Ein Ladevorgang ist dann nicht mehr möglich. Der Corepack ist tiefentladen.	1,5V
PF Shutdown Time	Timer für PF Shutdown Voltage.	120 s

4.6 SMBus

Über SMBus stehen diverse Daten des verwendeten Balancer-ICs zur Verfügung. Dieser ist nach zwei-Draht SMBus V1.1 Standard integriert. Verwendeter IC: TI bq40z50-R1 (*Technische Dokumentation zu IC unter www.ti.com*)

5. Entladeprozess

Während dem Entladeprozess sinkt die Packspannung von der Ladeschlussspannung (100% SoC) auf die Entladeschlussspannung (0% SoC). Abhängig vom Strom sinkt die verbleibende Kapazität kontinuierlich. Stellt das Batterie Management System einen Fehler fest, findet eine Abschaltung wie im Abschnitt „Funktionalität BMS“ beschrieben statt.

6. Ladeprozess

Bitte beachten Sie vor dem ersten Gebrauch unbedingt die separate Bedienungsanleitung der UPSI-2406 bzw. des von Ihnen verwendeten Ladegerätes!

Allgemeine Information:

Der Ladevorgang findet nach dem CC-CV-Verfahren statt. Nach einer Ladephase mit konstantem Strom (CC, Constant Current) bis zur Ladeschlussspannung, wird mit konstanter Spannung (CV, Constant Voltage) und sinkendem Strom bis Ladeschluss geladen. Mit erfolgreichem Abschluss des Ladevorgangs werden packspezifische Parameter (z.B. Kapazität, usw.) aktualisiert und der Corepack gilt als vollständig geladen. Stellt das Batterie Management System einen Fehler fest, findet eine Abschaltung wie beschrieben statt.

7. Lagerungs- und Pflegehinweise



- Schützen Sie die Batterie umgehend nach einer Trennung von der UPSI-2406 bzw. der Applikation. Es dürfen keine Fremdpartikel (z. B. Metallsplitter, kleine Nägel, Späne oder sonstige leitende Metalle) in die Batterie eindringen.
- Setzen Sie die Batterie bei der Lagerung keinerlei Feuchtigkeiten (Wasser, Regenwasser, Schnee, etc.) aus.
- Um Tiefentladung zu vermeiden, laden Sie die Batterie vor dem Einlagern auf und überprüfen Sie den Ladezustand spätestens alle 2 Monate. Laden Sie die Batterie, falls erforderlich, auf 70 % auf.
- Lagern Sie die Batterie an einem kühlen und trockenen Platz, wo diese vor Beschädigung und unberechtigtem Zugriff geschützt ist.
- Hohe Temperaturschwankungen im Lagerbereich sind zu vermeiden, beispielsweise Lagerung neben Heizungen. Batteriemodule nicht dauerhaft der Sonnenstrahlung aussetzen.
- Um eine optimale Lebensdauer der Batterie zu erreichen sollte diese bei einer Temperatur von $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ und einer Luftfeuchtigkeit von 0% bis 80% gelagert werden. Der Ladezustand sollte dabei mehr als 30% betragen.
- Wenn die Batterie vollständig entladen ist, ist diese schnellstmöglich aufzuladen.

8. Transporthinweise

Der kommerzielle Transport von Lithiumbatterien unterliegt dem Gefahrgutrecht. Die Transportvorbereitungen und der Transport sind ausschließlich von entsprechend geschulten Personen durchzuführen bzw. muss der Prozess durch entsprechende Experten oder qualifizierte Firmen begleitet werden.

Transportvorschriften



Lithiumbatterien unterliegen den folgenden Gefahrgutvorschriften und Ausnahmen davon – in der jeweils geltenden Fassung:

- **Klasse 9**
- **UN 3480: LITHIUM-IONEN-BATTERIEN (einschließlich Lithium-Ionen-Polymer Batterien)**
- **UN 3481: LITHIUM-IONEN-BATTERIEN IN AUSTRÜSTUNGEN oder LITHIUM-IONEN-BATTERIEN, MIT AUSTRÜSTUNGEN VERPACKT**
- **Verpackungsgruppe: II**
- **Tunnel-Kategorie E**

Transport von beschädigten oder defekten Batteriemodulen

Defekte oder beschädigte Batteriemodule unterliegen darüber hinaus der verschärften Transport-Sondervorschrift 376. Diese reichen hin bis zur Verpackung in einer Aluminiumbox mit Vermiculit-Füllung oder einem kompletten Transportverbot.

Lufttransport von Abfall-Batterien

Abfall-Batterien und Batterien, die zu Zwecken des Recyclings oder der Entsorgung transportiert werden, sind von der Luftfracht ausgeschlossen, es sei denn, diese sind von den zuständigen nationalen Behörden des Herkunftslandes und des Landes des ausführenden Unternehmens zugelassen. (IATA DGR SV A183)

Batterien für Entsorgung und Recycling (Straße/Schiene/See)

Lithiumbatterien können für Entsorgung und Recycling gemäß ADR SV 230 und SV 188, wie zutreffend, befördert werden oder – wenn sie eine Bruttomasse von nicht mehr als 500 g haben, nach ADR SV 636 b.

Transport von gebrauchten Batteriemodulen

Beim Transport von gebrauchten, intakten und unbeschädigten Batteriemodulen können in der Regel die Vorschriften für Neubatterien angewandt werden. Für den Transport von gebrauchten – aber nicht beschädigten - Batterien sei jedoch zusätzlich auf die entsprechenden Sondervorschriften (636), bzw. Verpackungsanweisungen (P903a und P903b / ADR) verwiesen.

Sonder- und Verpackungsvorschriften

Die Batteriemodule weisen einen Energiegehalt von weniger als 100Wh auf, daher können vereinfachende Sondervorschriften des Gefahrgutrechtes angewendet werden:

- **ADR, RID: SV 188;**
- **IMDG: SP 188;**
- **IATA: PI 965, 966, 967, jeweils Sektion II**

Für detaillierte Transporthinweise ist das Sicherheitsdatenblatt zu beachten!



9. Entsorgungshinweise

Gebrauchte Batteriemodule müssen bei der Verkaufsstelle oder in ein spezielles Entsorgungssystem (Industrie, Handel) zurückgegeben werden. Die Rückgabe ist kostenfrei. Die Batteriemodule dürfen nicht im Hausmüll entsorgt werden und müssen von weiterem Abfall getrennt gesammelt werden. Die Batteriemodule dürfen nicht in die Kanalisation oder in Gewässer gelangen und nicht im Erdreich vergraben werden. Die gebrauchten Batteriemodule sind ebenso nach Abschnitt 7 „Handhabung und Lagerung“ zu behandeln. Sie sollten möglichst in entladenerem Zustand und in einen Plastikbeutel oder in der Originalverpackung zur Entsorgung gegeben werden.

10. Sonstige Hinweise



Die Hinweise in dieser Bedienanleitung geben lediglich Hilfestellung zur Einhaltung gesetzlicher Vorgaben, ersetzen diese aber nicht. Die gemachten Angaben wurden nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt.



BP-LFP-1375 | LiFePO4 battery pack

- 1. Safety instructions 20
 - 1.1. General information 20
 - 1.2. Safety instructions and warnings for battery use 21
- 2. Connections of battery system..... 24
- 3. Technical data 25
- 4. Functionality of BMS..... 26
 - 4.1. Protection functions..... 26
 - 4.2. Charging behavior 28
 - 4.3. Balancing 29
 - 4.4 Discharge..... 29
 - 4.5 Deep discharge..... 30
 - 4.6. SMBus..... 30
- 5. Discharging process..... 30
- 6. Charging process..... 31
- 7. Handling and storage instructions 31
- 8. Transport instructions 32
- 9. Disposal instructions 33
- 10. Other information 33

1. Safety instructions



1.1. General information

Please read the safety instructions completely before the first use and pay attention to them carefully!

Please also note the corresponding safety data sheet.

Incorrect operation or connection may result in serious injury or death. Due to incorrect operation or connection risk of fire or explosion exists. When working with the battery care must be taken that no jewelry such as rings or watches are worn, which can cause a short circuit.



1.2. Safety instructions and warnings for battery use

- As with other batteries, lithium batteries also have the potential to continue being a source of danger even in the supposedly discharged state, as they can deliver a very high short-circuit current.
- Too deep discharge leads to lasting damage. Deeply discharged battery modules may no longer be charged or operated. For example, deep discharge can occur during very long storage of a battery module which was completely discharged (to discharge limit) when taken into storage.
- The battery must not be disassembled, opened, damaged or crushed.
- The battery should not be exposed to heat or fire. Prolonged, direct sunlight is to be avoided.
- The battery should be kept out of the reach of children.
- The battery must not be short-circuited or connected with the wrong polarity.
- The connection cables of the battery pack must not be modified.
- One or more batteries should not be stored dangerously in a box or drawer where they could short-circuit each other or be short-circuited by other conductive materials.
- The battery must not be subjected to mechanical shocks.
- Only use chargers specifically designed for use with lithium iron phosphate battery systems.
- The polarity symbols plus (+) and minus (-) on the cells, batteries and devices must always be observed. The correct use must be ensured.
- The battery should be kept clean and dry.
- If the battery connections become dirty, clean them with a dry, clean cloth.
- The battery must be charged before use. The instructions of the manufacturer or the information in these instructions for correct charging must always be observed.

1.2. Safety instructions and warnings for battery use (continuation)

If a cell leaks, the fluid must not come into contact with the skin or enter the eyes or mouth.



Measures in case of inhalation

Vapors or mists escaping from a damaged cell can cause respiratory irritation. When inhaling the contents of an open cell, remove the source of contamination or remove the affected person to fresh air. Seek medical help.



Measures in case of eye contact

Contact with the contents of an opened cell can cause severe burns or eye irritation. If eye contact occurs with the contents of an opened cell, immediately rinse the contaminated eye(s) with a lukewarm, slightly flowing stream of water for at least 30 minutes. Keep eyelids open. Neutral saline may be used as soon as available. If necessary, further rinse the eyes during transport to the emergency supply station. Take care that contaminated water is not flushed to the naked eye or face. Immediately transfer the affected person to an emergency care center.



Measures in case of skin contact

Contact with the contents of an opened cell can cause burns. If skin contact occurs with the contents of an open cell, remove contaminated clothing, shoes and leather parts. Rinse immediately with lukewarm, low-flow water for at least 30 minutes. Seek medical attention if irritation symptoms or pain persist. Thoroughly wash or dispose of clothing, shoes and leather goods before reuse.

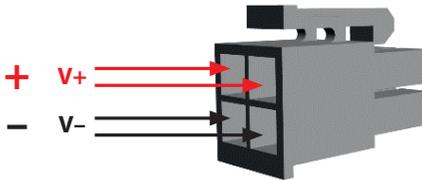
***Measures if swallowed***

Contact with the contents of an opened cell can cause severe chemical burns to the mouth, esophagus and gastrointestinal tract. If you swallow the contents of an open cell, DO NOT deliver anything by mouth if the subject becomes unconscious, unconscious, or has seizures. Rinse mouth thoroughly with water. DO NOT INDUCE VOMITING. In case of spontaneous vomiting, place the affected person in a forward bent position to reduce the risk of suffocation. Rinse mouth again with water. Immediately transfer the affected person to an emergency care center.

2. Connections of battery system

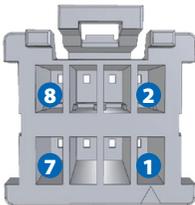
Power supply:

- 2x Red (Plus): AWG 18
- 2x Black (Minus): AWG 18
- Cable length 35 cm
- Plug: Würth Elektronik, P/N: 649004113322 or equal



SMBUS and System Present:

- AWG 26 or AWG 24
- Cable length 35 cm
- Plug: Würth Elektronik, P/N: 624008213322 or equal



PIN	FUNCTION
1	N/A
2	I ² C_0-SCL (Clock I ² C Channel 0)
3	N/A
4	I ² C_0-SDA (Data I ² C Channel 0)
5	N/A
6	SP0 (Battery Present Channel 0)
7	N/A
8	GND

3. Technical data

BP-LFP-1375	
Electrical data	
Cell type	ANR26650M1-B
Nominal capacity	7.5 Ah
Nominal voltage	13.2V
Energy	99Wh
Voltage range Corepack	10V – 14.4V
Overvoltage shut-off	Once first cell reaches 3.8V
Undervoltage shut-off	Once first cell reaches 2.2V
Undervoltage shut-off recovery	Single cell at 2.5V
Undervoltage shut-off (Shutdown mode)	Single cell at 2.5V after 255 s
Short-circuit shut-off	66 A (< 1 μ s)
Fuse	25 A ATO
Charging parameters	
Charging-end-voltage	13.85V
Recommended charging current	4 A
Shutdown by BMS	5 A (5.5 A for 5 s, 6 A for 2 s)
Operating temperature range	-20...+55 °C
Shutdown temperature range	-30°C (Recovery -27 °C) ... +65°C (Recovery 62°C)
Discharge parameters	
End-point voltage	8.8V
Recommended discharge current	11 A
Shutdown by BMS	20 A (20.5 A for 6 s, 21 A for 1 s)
Operating temperature range	-30°C...+55 °C
Shutdown temperature range	-30°C (Recovery -27 °C) ... +75°C (Recovery 72°C)
Mechanical data	
Length	113 mm
Width	66 mm
Height	83 mm
Weight	980 g
Storage	
Recommended temperature range	25 °C \pm 5 °C
Recommended charge level	80%

4. Functionality of BMS

If the **BMS is in ACTIVE MODE**, all critical parameters of the battery system (such as cell temperature, voltages, currents, etc.) are monitored cyclically by battery management system for compliance with the limits and the battery system is shut down in the event of a fault. Charging and discharging is only possible with an activated battery management system.

Without communication the BMS is in SLEEP mode, the load FET is activated. A monitoring of critical parameters is included in larger time intervals. It awakens upon detection of a current flow or communication.

4.1. Protection functions

The BMS has a large number of parameters for detecting fault conditions – their limits and validity can be specified in detail. The following is a basic breakdown into *short-term, reversible and permanent errors*:

If a short-term, reversible fault occurs during operation (e.g. overcurrent, overtemperature, etc.), the electronics will switch off briefly and then switch off again when the fault no longer exists, otherwise the battery will remain deactivated.

If a permanent error occurs during operation (e.g. loss of a cell voltage tap, cell overvoltage, cell undervoltage), the battery remains permanently deactivated and can only be re-enabled by the manufacturer (after troubleshooting, via SM bus or similar).

First level of security - short circuit and overload detection:

The BMS has hardware-based short-circuit and overload detection. Regardless of whether in SLEEP or ACTIVE MODE, current flow monitoring takes place.

Second level of security - fuse:

An additional short-circuit protection in hardware is provided on the BMS and protects the battery system in the second level of security.

Limits for short-term, reversible errors

Abbreviation	Description	Limits of prototype
CUV	Cell undervoltage detection	2.2V (Recovery 2.5V)
COV	Cell overvoltage detection *	3.8V (Recovery 3.4V)
OCC1	Overcurrent detection during charging	5.5 A for 5 s
OCC2	Overcurrent detection during charging	6 A for 2 s
OCD1	Overcurrent detection during unloading	20.5 A for 6 s
OCD2	Overcurrent detection during unloading	21 A for 1 s
AOLD	Overload protection	-66 A, 3 ms
ASCC	Short circuit detection during charging	110 A, 0 μ s
ASCD	Short-circuit detection during unloading	-66 A, 0 μ s. Reset after 5 s or 30 s
OTC	Overtemperature detection of cells during charging	65°C (Recovery 62°C)
OTD	Overtemperature detection of cells during discharge	75°C (Recovery 72°C)
OTF	Overtemperature detection of MosFETs	90°C (Recovery 70°C)
UTC	Under temperature detection of cells during charging	-30°C (Recovery -27°C)
UTD	Undertemperature detection of cells during discharge	-30°C (Recovery -27°C)

4.2. Charging behavior

The charging behavior depends on the procedure described in chapter 'Charging process'. For this purpose, a suitable charger (ideally UPSI-2406) should be used. The BMS automatically completes charging process when the following completion criteria have been met:

Abbreviation	Description / Condition	Comments
Charge Term Taper Current	Electricity at end of charge	Limit Current < 125 mA
CUV_RECOV_CHG	After discharge, the output voltage remains deactivated until a loading process has taken place.	Function is activated

The end-of-charge criteria are met when the current has dropped below the value of the Charge Term Taper Current and at the same time end-of-charge criteria TC / FC are fulfilled. When the end of charging is reached, the charging FET is deactivated.

Protective functions of *temporary, reversible or permanent faults* and *short circuit detection* are not affected!

Charging an empty battery system:

As soon as a charger is connected and its output voltage is active, the BMS switches to the ACTIVE MODE and the FETs are released (again). The pin "System Present" must be switched to GND.

Successful completion of charging process:

When the limit values (end of charge) are reached, the flags FC and TC are set.

Abbreviation	Description / Condition	Limits
TC	Terminate Charge	Set: 3.46V Reset 3.3V or 95 % SOC
FC	Fully Charged	Set: 3.45V Reset 3.3V or 95 % SOC

The BMS also offers the option of determining the available residual capacity. For this purpose, the cell internal resistance is recorded for each cell for different voltage levels and updated via battery life.

Note:

Under extreme conditions e.g. at particularly low or high temperatures, the charging and discharging behavior in conjunction with your application should be checked. The cell characteristic leads to a different voltage behavior of the cells.

4.3. Balancing

The BMS balances the cells during and after charging process. The required balancing times are determined automatically. Optionally, a discharge-charge cycle, in which the cell capacities are newly determined, is required for the error-free determination of individual cell capacities.

Abbreviation	Description / Condition	Limits
Min RSOC for Balancing	Balancing in idle state only takes place when charge state is above the limit value.	98%
Min Start Balance Delta	If the cell voltage difference in idle state is above the limit value, the required balancing time is determined.	3 mV

4.4 Discharge

The BMS switches off the output voltage when the final discharge voltage is reached. Protective functions of temporary, reversible or permanent faults and short-circuit detection are not affected by this!

After complete discharge, charge the battery system **soon** (within 7 days) to avoid a deep discharge.

Successful completion of discharge process:

When the discharge end voltage is reached, the flags FD and TD are set.

Abbreviation	Description / Condition	Limits
TD	Terminate Discharge	Set: 2.2V or 6% SOC Reset: 3.1V or 8% SOC
FD	Fully Discharged	Set: 2.2V or 0% SOC Reset 3.1V or 5% SOC

4.5 Deep discharge

The BMS switches to SHUTDOWN mode with particularly low self-consumption as soon as the cell voltage is below the limit. The MOSFETs and the BMS are turned off to protect the cells from deep discharge.

Abbreviation	Description / Condition	Limits
Shutdown Voltage	If a cell voltage is below the limit, BMS turns into shutdown mode after shutdown time has elapsed.	2.5V
Shutdown Time	Timer for shutdown mode.	255 s

Abbreviation	Description / Condition	Limits
PF Shutdown Voltage	If a cell voltage is below the limit for the time defined in the parameter PF Shutdown Time, the BMS turns into a permanent error state after expiration. A charging process is then no longer possible. The core pack is deeply discharged.	1.5V
PF Shutdown Time	Timer for PF shutdown voltage.	120 s

4.6. SMBus

Various data of used balancer IC are available via SMBus. This is integrated into two-wire SMBus V1.1 standard. IC used: TI bq40z50-R1 (*Technical documentation of IC at www.ti.com*)

5. Discharging process

During discharge process, the pack voltage drops from the end-of-charge voltage (100% SoC) to end-of-discharge voltage (0% SoC). Depending on current, the remaining capacity decreases continuously. If the battery management system detects an error, it will be shut down as described in Section 'Functionality of BMS'.

6. Charging process

Please note the separate operating instructions of UPSI-2406 or the charger you are using before first use!

General information:

The charging process takes place according to the CC-CV procedure. After a charging phase with constant current (CC, Constant Current) up to the end-of-charge voltage, the battery is charged with a constant voltage (CV, Constant Voltage) and sinking current until the end of charge. Upon successful completion of charging, pack-specific parameters (e.g., capacity, etc.) are updated and the corepack is considered to be fully loaded. If the battery management system detects an error, a shutdown occurs as described.

7. Handling and storage instructions



- Protect the battery immediately after disconnection from UPSI-2406 or the application. No foreign particles (e.g. metal splinters, small nails, chips or other conductive metals) should enter the battery.
- Do not expose the battery to moisture (water, rain water, snow, etc.) during storage.
- To avoid deep discharge, charge the battery before storing it and check the state of charge at least every 2 months. If necessary, charge the battery to 70%.
- Store the battery in a cool and dry place where it is protected from damage and unauthorized access.
- High temperature fluctuations in the storage area should be avoided, for example storage next to heaters. Do not expose battery modules permanently to solar radiation.
- To achieve optimum battery life, it should be stored at a temperature of $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ and a humidity of 0% to 80%. The state of charge should be more than 30%.
- When the battery is completely discharged, the battery must be charged as soon as possible.

8. Transport instructions

The commercial transportation of lithium batteries is subject to the dangerous goods law. Transport preparations and transport must only be carried out by appropriately trained persons or the process must be accompanied by appropriate experts or qualified companies.

Transport regulations

Lithium batteries are subject to the following dangerous goods regulations and exceptions - in the respective current version:



- **Class 9**
- **UN 3480: LITHIUM-ION BATTERIES (including lithium-ion polymer batteries)**
- **UN 3481: LITHIUM ION BATTERIES CONTAINED IN EQUIPMENT or LITHIUM ION BATTERIES PACKED WITH EQUIPMENT**
- **Packing group: II**
- **Tunnel category E**

Transport of damaged or defective battery modules

Defective or damaged battery modules are also subject to the stricter transport special provision 376. These reach all the way to packaging in an aluminum box with vermiculite filling or a complete transport ban.

Air transport of waste batteries

Waste batteries and batteries transported for purposes of recycling or disposal are excluded from air freight unless authorized by the competent national authorities of the country of origin and the country of the executing company. (IATA DGR SV A183)

Batteries for disposal and recycling (road/railway/sea)

Lithium batteries may be transported for disposal and recycling in accordance with ADR SV 230 and SV 188, as applicable, or, if they have a gross mass of not more than 500 g, according to ADR SV 636 b.

Transport of used battery modules

When transporting used, intact and undamaged battery modules, the regulations for new batteries can usually be applied. However, for the transport of used - but not damaged - batteries, please also refer to the corresponding special regulations (636) or packing instructions (P903a and P903b / ADR).

Special and packaging regulations

The battery modules have an energy content of less than 100 Wh, therefore simplifying special provisions of the dangerous goods law can be applied:

- **ADR, RID: SV 188;**
- **IMDG: SP 188;**
- **IATA: PI 965, 966, 967, each section II**

For detailed transport instructions please refer to the safety data sheet!



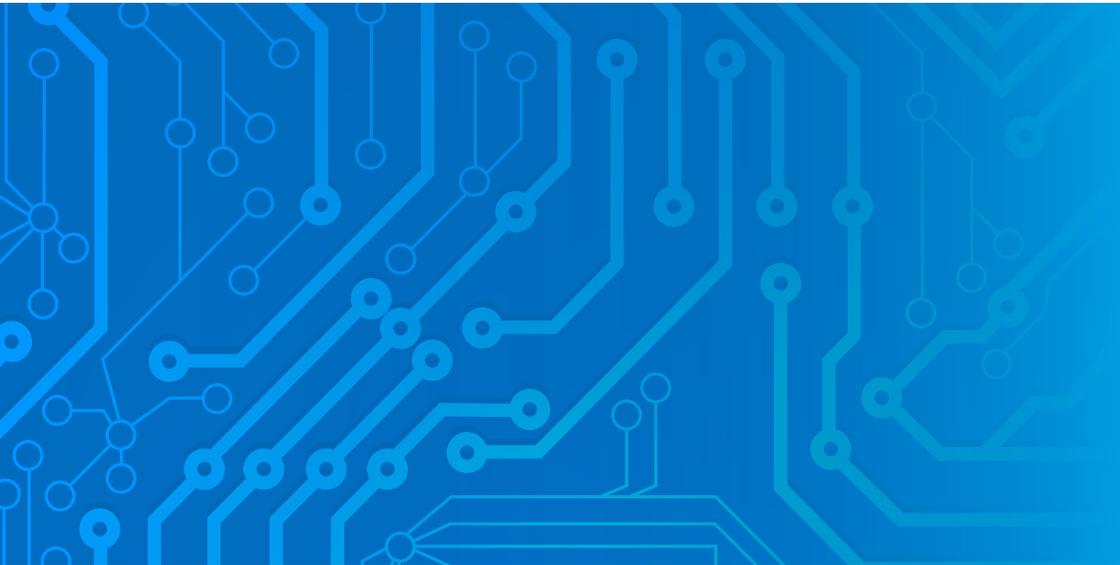
9. Disposal instructions

Used battery modules must be returned at the point of sale or in a special disposal system (industry, trade). The return is free. The battery modules must not be disposed of with household waste and must be collected separately from any further waste. The battery modules must not be allowed to enter sewers or bodies of water or be buried in the ground. The used battery modules must also be treated in accordance with section 7 "Handling and storage instructions". They should preferably be given for disposal in a discharged condition and in a plastic bag or in their original packaging.

10. Other information



The instructions in this operating manual merely provide assistance for compliance with legal requirements, but do not replace them. The information provided has been compiled to the best of our knowledge and belief.



Bicker Elektronik GmbH
Ludwig-Auer-Straße 23
86609 Donauwörth · Germany
Tel. +49 (0) 906 70595-0
Fax +49 (0) 906 70595-55
E-Mail info@bicker.de
www.bicker.de

*Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten.
Windows® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Firma Microsoft Corp.
Subject to errors and technical modifications.
Windows® is a registered trademark of Microsoft Corporation.
Stand/Issued: 17.03.2021*