

	DIN IEC 62973-5 (VDE 0115-973-5)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 29.220.01; 45.060.01

Einsprüche bis 2022-03-28

Entwurf

**Bahnanwendungen –
Fahrzeuge – Batterien für Bordnetzversorgungssysteme –
Teil 5: Lithium-Ionen-Batterien
(IEC 9/2719/CD:2021);
Text Deutsch und Englisch**

Railway applications –
Rolling stock – Batteries for auxiliary power supply systems –
Part 5: Lithium-ion batteries
(IEC 9/2719/CD:2021);
Text in German and English

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-01-28 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Merianstraße 28, 63069 Offenbach am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 62 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ...

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe und Abkürzungen.....	7
3.1 Begriffe.....	7
3.2 Abkürzungen.....	8
4 Allgemeine Anforderungen.....	9
4.1 Integration einer Bordnetz-Batterieanlage in die Zug Architektur.....	9
4.2 Definition der Komponenten einer Batterieanlage (die Darstellungen sind Beispiele).....	9
4.3 Definition des Batterietyps.....	10
4.3.1 Allgemeines.....	10
4.3.2 Bezeichnungen von Zelle und Batterieanlagen.....	11
4.3.3 Entladestromtyp.....	11
4.4 Umgebungsbedingungen.....	11
4.4.1 Batterieanlage.....	11
4.4.2 Batteriepack/-modul.....	12
4.5 Systemanforderungen.....	12
4.5.1 Systemspannung.....	12
4.5.2 Anforderungen an das Laden.....	13
4.5.3 Anforderungen an das Entladen.....	14
4.5.4 Ladungshaltung (Selbstentladung).....	14
4.5.5 Anforderungen an die Kapazitätsgröße der Batterie.....	15
4.6 Sicherheits- und Schutzanforderungen.....	15
4.6.1 Allgemeines.....	15
4.6.2 Tiefentladung von Batterien.....	15
4.6.3 Temperaturbezogene Parameter für das Laden.....	16
4.7 Brandschutz.....	16
4.8 Instandhaltung.....	16
4.9 Ladekennlinie.....	16
4.10 Batteriemanagementsystem (BMS).....	16
5 Mechanische Auslegung der Batterieanlage.....	17
5.1 Allgemeines.....	17
5.2 Schnittstellenmechanismus.....	17
5.2.1 Allgemeines.....	17
5.2.2 Fest eingebautes System.....	17
5.2.3 Rollendes System.....	17

5.2.4	Gleitendes System.....	17
5.3	Einbauort der Batterieanlage auf dem Fahrzeug.....	17
5.4	Zugänglichkeit der Batterie.....	17
5.5	Belüftung des Batteriekasten.....	17
6	Elektrische Schnittstelle.....	18
6.1	Allgemeines.....	18
6.1.1	Integration einer Bordnetz-Batterie in die Systemarchitektur.....	18
6.1.2	Allgemeine Übersicht.....	18
6.1.3	Elektrische Schnittstelle für eine Fremdeinspeisung (wahlfrei).....	19
6.2	Schnittstelle zu externen elektrischen Anschlüssen.....	20
6.3	Steuerung und Kommunikation.....	20
6.4	Instandhaltung.....	20
7	Kennzeichnung.....	21
7.1	Sicherheitszeichen.....	21
7.1.1	Außenseite des Batteriekastens.....	21
7.1.2	Trog, Träger und andere Orte innerhalb des Kastens.....	21
7.1.3	Zellen oder Batteriepacks/-module.....	21
7.2	Typschild.....	21
7.2.1	Batteriekasten.....	21
7.2.2	Typschilder auf dem Trog oder weitere Typschilder innerhalb des Kastens.....	22
7.2.3	Zellen oder Batteriepacks/-module.....	22
8	Lagerungs- und Transportbedingungen.....	22
8.1	Transport.....	22
8.2	Lagerung von Batterien.....	22
9	Prüfungen.....	22
9.1	Allgemeines.....	22
9.2	Parametermesstoleranzen.....	24
9.3	Typ- und Stückprüfungen.....	25
9.3.1	Allgemeines.....	25
9.3.2	Prüfungen der elektrischen Kennlinien.....	25
9.3.3	Isolationsprüfung.....	25
9.3.4	Prüfung der Selbstentladung.....	26
9.3.5	Symmetrierprüfung im laufenden Betrieb.....	27
9.3.6	Mechanische Prüfungen.....	28
9.3.7	Prüfung des Lastprofils.....	29
9.3.8	Haltbarkeit in Zyklen.....	29
9.3.9	Prüfungen des Batteriemanagementsystems (BMS).....	29
9.3.10	Sicherheitsprüfungen.....	29
	Anhang A (informativ) Erklärung der für die Prüfung repräsentativen Zellenbaureihe.....	31
A.1	Erklärung über die elektrische Leistung.....	

A.2	Erklärung über Schocken und Schwingen.....	31
10	Literaturhinweise.....	32

Bilder

Bild 1	– Integration einer Bordnetz-Batterieanlage.....	9
Bild 2	– Definition von Zelle(n), Batteriepack/-modul, Trog und Batteriekasten.....	10
Bild 2	– Beispiel für Entladekurven bei unterschiedlichen konstanten Entladeströmen, basierend auf Prozent der Kapazität.....	12
Bild 3	– Beispiele für Ladekurven.....	13
Bild 4	– Schematisches Beispiel für eine Bordnetz-Batterieanlage.....	19
Bild 5	– Schematisches Beispiel für eine Bordnetz-Batterieanlage.....	20
Bild 6	– Darstellung der Prüfung der Selbstentladung.....	27

Tabellen

Tabelle 1	– Anforderung an die Ladekennlinien.....	13
Tabelle 2	– Für die Festlegung der Batteriegröße erforderliche Parameter sowie Verantwortung für die zur Verfügung zu stellenden Parameter.....	15
Tabelle 3	– Typprüfung und Stückprüfung.....	23

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 9/2719/CD:2021-04 „Railway applications – Rolling stock – Batteries for auxiliary power supply systems – Part 5: Lithium-ion batteries“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom IEC/TC 9 „Electrical equipment and systems for railways“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/UK 351.1 „Fahrzeuge“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Bahnanwendungen – Fahrzeuge – Batterien für Bordnetzversorgungssysteme – Teil 5: Lithium-Ionen-Batterien

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62973 ist für Technologien von Lithium-Ionen-Batterien für Bordnetzversorgungssysteme von Bahnfahrzeugen anwendbar.

Dieses Dokument legt die Anforderungen an die Eigenschaften und Prüfungen von Lithium-Ionen-Zellen fest und ergänzt IEC 62973-1, die für alle Arten von Bahnfahrzeugen (z. B. Fahrzeuge von Stadt- und Straßenbahnen, U-Bahnen, Vorortbahnen, Regionalbahnen, Hochgeschwindigkeitsbahnen, Lokomotiven usw.) anwendbar ist. Wenn nichts anderes festgelegt ist, gelten die Anforderungen von IEC 62973-1.

Dieses Dokument legt die Anforderungen an die Schnittstelle zwischen den Batterien, dem Batterieladegerät und dem Batteriemanagementsystem fest.

Dieses Dokument wird zusammen mit weiteren einschlägigen IEC-Normen für die Hilfsbetriebeausrüstung von Schienenfahrzeugen und mit **IEC 62619** (Sicherheitsanforderungen) und **IEC 62620** (Leistungsanforderungen) über Lithium-Ionen-Zellen und -Batterien für industrielle Anwendungen verwendet.

Batterien werden in erster Linie für das Bordnetzversorgungssystem verwendet, aber auch in anderen Anwendungen, wie zwischen Betreiber und Hersteller definiert:

- beim Rangieren im Bahnbetriebswerk für die Traktionsenergie;
- im Fahrbetrieb für die Traktionsenergie, z. B. bei einem Halt bei Stromschienenlücken;
- im Fahrbetrieb bei einer Notfallsituation;
- für die Spitzenlastbegrenzung, z. B. beim Anlassen von Motoren;
- usw.

Wenn ein Bahnfahrzeug in einer Notfallsituation, z. B. zwischen Bahnhöfen, mit einer speziell für die Traktionsenergie ausgelegten Batterie betrieben wird oder die Nennspannung der Batterie die in IEC 62973-1:2018, Tabelle 1, angegebene Spannung überschreitet, darf für den Traktionsteil **IEC 62928** angewendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60077-1, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 1: General service conditions and general rules*

IEC 61373:2010, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration test*

IEC 62498-1:2010, *Railway applications – Environmental conditions for equipment – Part 1: Equipment on board rolling stock*

IEC 62847, *Railway applications – Rolling stock – Electrical connectors – Requirements and test methods*

IEC 62619:2017, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes - Safety requirements secondary lithium cells and batteries for use in industrial applications*

IEC 62620:2014, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes - Large format secondary lithium cells and batteries for use in industrial applications*

IEC 62928:2017, *Railway applications - Rolling stock - Onboard lithium-ion traction batteries*

IEC 62973-1:2018, *Railway applications Rolling stock – Batteries for auxiliary power supply 108 systems – Part 1: General requirements*

ISO 7010, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 62973-1, Abschnitt 3 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

ANMERKUNG Alle üblichen für Batterien geltenden Beschreibungen sind in IEC 60050-482 festgelegt.

3.1.1

Zelle Lithium-Sekundärzelle (-Akkumulator)

Sekundärzelle, bei der die elektrische Energie aus Einlagerungs-/Extraktionsreaktionen von Lithium-Ionen oder Oxidations-/Reduktionsreaktionen des Lithiums zwischen der negativen Elektrode und positiven Elektrode abgeleitet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Zelle enthält üblicherweise einen Elektrolyt, der aus einem Lithiumsalz und einer organischen Lösemittelverbindung in flüssiger, gelartiger oder fester Form besteht, und hat eine Metall- oder Laminatfolien-Ummantelung. Sie ist nicht für den Einsatz in einer Anwendung betriebsbereit, da sie noch nicht mit ihrem endgültigen Gehäuse, ihrer Anschlusspolanordnung und elektronischen Regeleinrichtung ausgerüstet ist.

[QUELLE: IEC 62620:2014, Definition 3.6]

3.1.2

Zellblock

Gruppe von Zellen, die miteinander in Parallelschaltung verbunden sind, mit oder ohne Schutzeinrichtungen (z. B. Sicherung oder PTC) und Überwachungsschaltung

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Zellblock ist nicht für den Einsatz in einer Anwendung betriebsbereit, da er noch nicht mit seinem endgültigen Gehäuse, seiner Anschlusspolanordnung und elektronischen Regeleinrichtung ausgerüstet ist.

[QUELLE: IEC 62620:2014, Definition 3.7]

3.1.3

Bemessungskapazität

Kapazitätswert einer Zelle oder Batterie, der unter festgelegten Bedingungen bestimmt und vom Hersteller angegeben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bemessungskapazität ist die vom Hersteller angegebene Elektrizitätsmenge C_n Ah (Amperestunden), die eine Einzelzelle oder Batterie innerhalb von n h liefern kann, wenn sie unter den in IEC 62620:2014, 6.3.1, festgelegten Bedingungen geladen, gelagert und entladen wird. Für eine Zelle oder Batterie der Entladestromtypen E, M und H beträgt n 5. Für eine Batterie der Entladestromtypen S ist n 8, 10, 20 oder 240.

[QUELLE: IEC 62620:2014, 3.5, modifiziert – In Anmerkung 1 zum Begriff wurde die Referenznorm IEC 62620:2014 hinzugefügt.]

3.1.4

Batterieanlage

Anlage, die eine oder mehrere Zellen, Module oder Batteriepacks einschließlich eines Batteriemanagementsystems und eines Wärmeregelsystems sowie Unterbrechungs- und/oder Trenneinrichtungen, z. B. Schütze, Trennschalter, Sicherungen usw., enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe IEC 62928:2017, Bild 2, Bild 3 und Bild A.1 bis Bild A.4.

[QUELLE: IEC 62928:2017, 3.1.11]

3.1.5

Batteriemanagement-System

BMS, en: battery management system

mit einem Batteriepack verbundenes System, das dessen Zustand überwacht und/oder steuert, den Batteriepack abschaltet oder abtrennt, Sekundärdaten berechnet, Daten von der Batterieanlage nach außen ausgibt und/oder die Umgebung regelt, um die Sicherheit, Leistung und/oder Lebensdauer der Batterie zu beeinflussen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Funktion des BMS kann dem Batteriepack oder dem Gerät, das die Batterie nutzt, zugeordnet sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Funktion schließt mitunter eine thermische Überwachung ein.

[QUELLE: IEC 62620:2014, 3.11, modifiziert – „elektronisches“ wurde gestrichen, „den Batteriepack abschaltet oder abtrennt“ wurde hinzugefügt, „diese Daten ausgibt“ wurde ersetzt durch „Daten von der Batterieanlage nach außen ausgibt“ und „und das Funktionen zum Abschalten bei Überladung, Überstrom und Überhitzung hat“ wurde gestrichen. Anmerkung 2 zum Begriff wurde ersetzt.]

3.1.6

Batterie-Wärmemanagementsystem

BTMS, en: battery thermal management system

mit einem Batteriepack verbundenes System, das dessen Wärmeverhalten überwacht und/oder steuert, um die Temperatur des Batteriepacks innerhalb des vorgesehenen Bereichs für das Lastprofil, der zwischen dem Integrator und den Herstellern der Batterieanlage vereinbart ist, zu erhalten

[QUELLE: IEC 62928:2017, 3.1.30]

3.1.7

Notfallsituation

Betriebssituation von Bahnfahrzeugen, wenn die primäre Traktionsenergie für den Antrieb und das Laden der Batterien nicht zur Verfügung steht

3.1.8

außergewöhnlicher Anwendungsfall

Situation, die über den ungünstigsten Fall des vereinbarten Lastprofils hinausgeht

3.2 Abkürzungen

AC	Wechselstrom (en: alternating current)
DC	Gleichstrom (en: direct current)
DOD	Entladetiefe (en: depth of discharge)
FEA	Finite-Elemente-Analyse (en: finite element analysis)
LRU	kleinste tauschbare Einheit (en: line replaceable unit)
PTC	positiver Temperaturkoeffizient (en: positive temperature coefficient)
SOC	Ladezustand (en: state of charge)

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Integration einer Bordnetz-Batterieanlage in die Zug Architektur

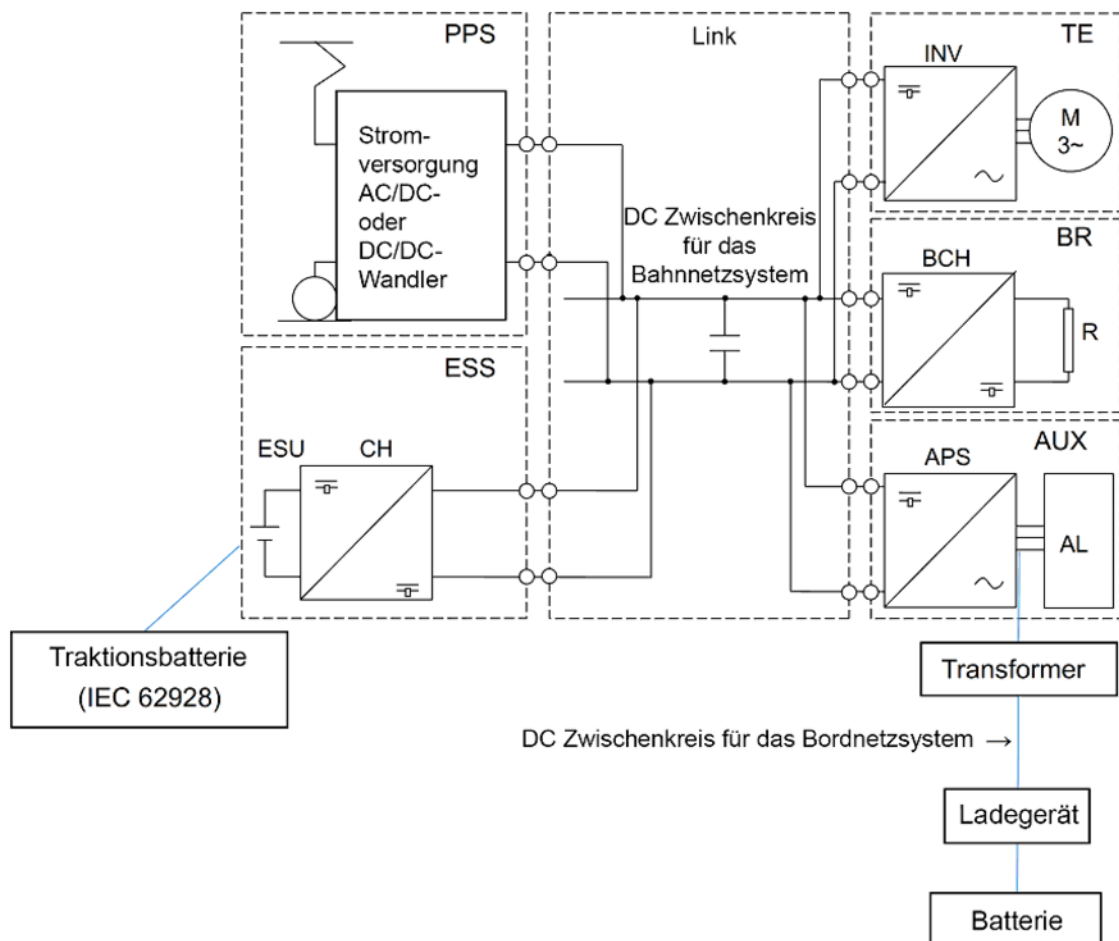


Bild 1 – Integration einer Bordnetz-Batterieanlage

Bild 1 veranschaulicht die Definition von Zelle(n), Batteriepack/-modul und Batteriekasten.

4.2 Definition der Komponenten einer Batterieanlage (die Darstellungen sind Beispiele)

Bild 2 veranschaulicht die Definition von Zelle(n), Batteriepack/-modul und Batteriekasten.

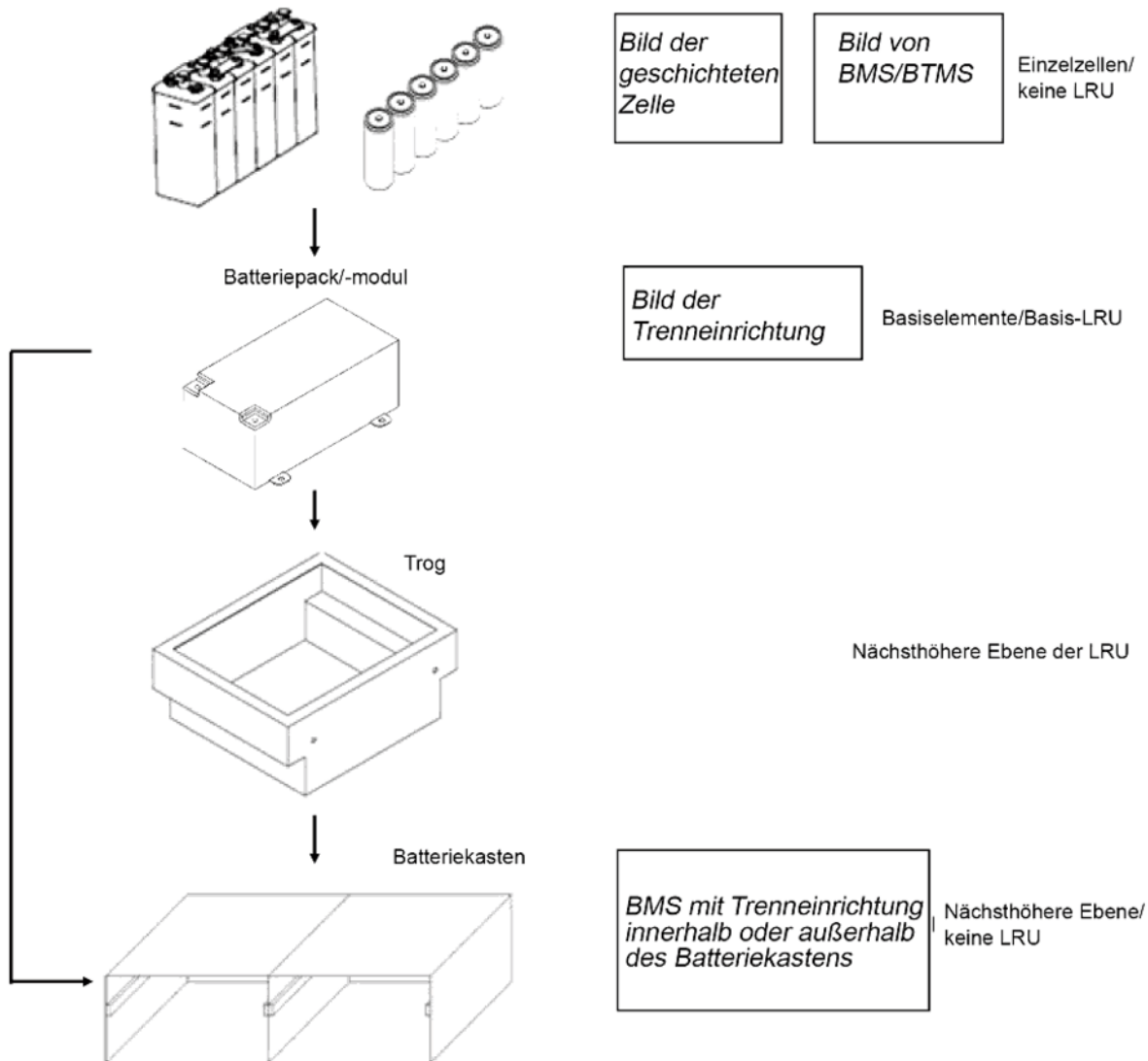


Bild 2 – Definition von Zelle(n), Batteriepack/-modul, Trog und Batteriekasten

Einige Batterien enthalten möglicherweise nicht alle abgebildeten Komponenten, z. B. dürfen Batteriepacks/-module ohne Trog in einen Batteriekasten eingebaut werden. Für bestimmte Batterietechnologien dürfen bei Bedarf weitere Komponenten (z. B. Module) in die Teile dieser Normenreihe aufgenommen werden.

4.3 Definition des Batterietyps

4.3.1 Allgemeines

Eine Batterieanlage besteht aus mehreren Zellen, Zellblöcken oder Batteriepacks/-modulen, und/oder die in Tröge und anschließend in einen Batteriekasten eingebaut werden. Im Inneren besitzt jede Zelle mehrere positive und negative Elektroden, die durch einen Separator getrennt und gestapelt, gewickelt oder gefaltet sind. Diese sind mit positiven und negativen Anschlüssen verbunden, die bis zur Außenseite des Zellenbehälters reichen.

Das positive aktive Material ist üblicherweise ein Lithium-Metalloxid und das negative aktive Material ist ein Material, das Lithium absorbieren kann. Es gibt mehrere mögliche positive und negative aktive Materialien.

Die positive und die negative Elektrode und der Separator sind üblicherweise von einem Elektrolyt aus organischem Lösemittel umgeben, das Lithium-Salz enthält. Beim Entladen werden Lithium-Ionen vom negativen Pol freigesetzt und vom positiven Pol aufgenommen. Beim Laden ist der Vorgang umgekehrt. Der

Elektrolyt ist an der in der Zelle stattfindenden elektrochemischen Reaktion nicht beteiligt, sondern wirkt nur als Ionen-leitendes Medium. Seine spezifische Dichte kann sich beim Laden und Entladen kaum ändern.

Im Allgemeinen verändert sich der Elektrolyt durch die Lade-/Entladezyklen chemisch nicht oder wird nicht abgebaut.

4.3.2 Bezeichnungen von Zelle und Batterieanlagen

Zellen müssen wie folgt bezeichnet werden:

A1A2A3/N2/N3/N4/ A4/TLTH/NC

Siehe IEC 62620:2014, 5.2.

Der Batteriepack/das Modul und die Batterieanlage müssen wie folgt bezeichnet werden:

A1A2A3/N2/N3/N4/[S1]A4/TLTH/NC

Siehe IEC 62620:2014, 5.3.

4.3.3 Entladestromtyp

Der Entladestrom von Lithium-Ionen-Zellen ist wie folgt klassifiziert:

- E ist ein Typ mit niedriger Entladestromstärke über eine lange Zeitspanne;
- M ist ein Typ mit mittlerer Entladestromstärke;
- H ist ein Typ mit hoher Entladestromstärke.

ANMERKUNG 1 Für Zellen oder Batterien der Entladestromtypen E, M und H ist $n \geq 5$.

ANMERKUNG 2 See IEC 62620:2014.

4.4 Umgebungsbedingungen

4.4.1 Batterieanlage

Die Batterie hat bei den angegebenen Anforderungen eine zweckmäßige Funktion sicherzustellen, allerdings sollte die Batterie mit Rücksicht auf die Lebensdauer, die Ladefähigkeit und das Entladeverhalten nicht über dem höchsten oder unter dem niedrigsten Betriebstemperaturbereich der jeweiligen Batterietechnologie betrieben werden. Für einen außergewöhnlichen Anwendungsfall darf die Batterie im Entladebetrieb jedoch über die normalen Betriebsgrenzen hinaus verwendet werden, wenn die Sicherheit der Fahrgäste Vorrang vor der Lebensdauer der Batterie hat. Nach soch einem außergewöhnlichen Anwendungsfall darf die Batterie nicht wiederverwendet werden. Die für den außergewöhnlichen Anwendungsfall anwendbaren Bedingungen müssen zwischen dem Endbetreiber, dem Systemintegrator und dem Zellenhersteller vereinbart werden. (*Einzelheiten werden vom neuen Projektteam diskutiert.*)

Die Batteriezellen oder die Batteriepacks/-module im Batteriekasten müssen gegen direkte Sonneneinstrahlung, Wärmequellen, Regen, Verschmutzung, Schnee, Hagel und Sandsturm geschützt sein.

- Temperaturbedingungen:
 - Umgebungstemperatur der nach IEC 62498-1:2010, Tabelle 2 Batterie:

Abweichungen dürfen zwischen dem Endbetreiber und/oder dem Systemintegrator und dem Zellen-/Batteriehersteller vereinbart werden.

- Transport und Lagerung: -30 °C bis $+70\text{ °C}$

Abweichungen dürfen zwischen dem Endbetreiber und/oder dem Systemintegrator und dem Zellen-/Batteriehersteller vereinbart werden.

- Luftfeuchte: nach IEC 62498-1:2010, 4.4

Abweichungen dürfen zwischen dem Endbetreiber und/oder dem Systemintegrator und dem Zellen-/Batteriehersteller vereinbart werden.

- Schocken und Schwingen: nach IEC 61373
- Isolationseigenschaften: nach IEC 60077-1
- Aufstellungshöhe: nach IEC 62498-1:2010, 4.2

4.4.2 Batteriepack/-modul

Wenn es nicht anders festgelegt ist, können Lithium-Ionen-Batteriepacks/-Module bei Temperaturen im Bereich von -25 °C bis $+40\text{ °C}$ betrieben werden.

Abweichungen dürfen zwischen dem Endbetreiber und/oder dem Systemintegrator und dem Zellen-/Batteriehersteller vereinbart werden.

4.5 Systemanforderungen

4.5.1 Systemspannung

Die Systemspannung kann IEC 62973-1:2018, 4.4.1, entnommen werden.

Die Batterie-Nennspannungen und die Entladespannungen unterscheiden sich. Bild 2 zeigt ein Beispiel für Entladungen einer Zelle bei unterschiedlichen konstanten Entladeströmen. Diese Ströme werden als Vielfaches von $I_1\text{ A}$ angegeben, dabei ist $I_1\text{ A} = C_5\text{ Ah}/1\text{ h}$.

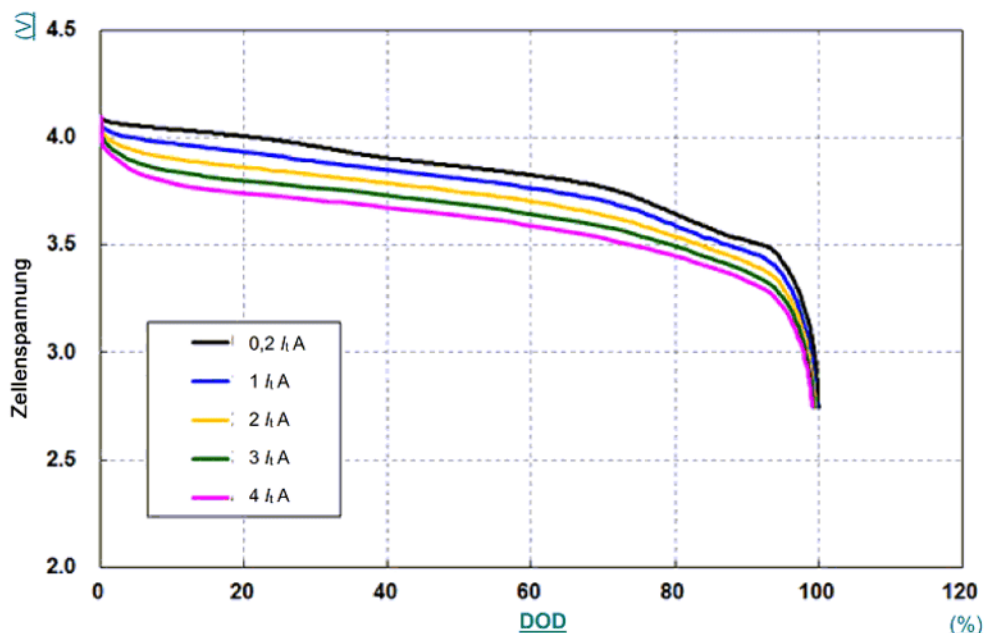
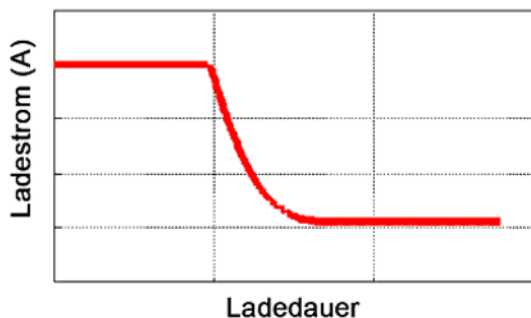


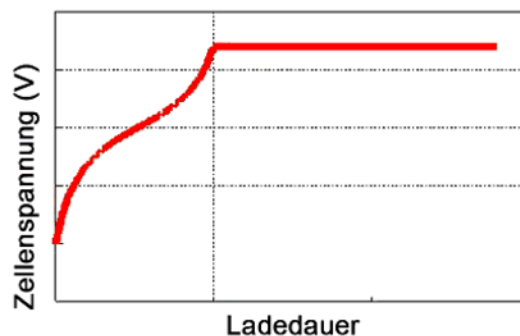
Bild 2 – Beispiel für Entladekurven bei unterschiedlichen konstanten Entladeströmen, basierend auf Prozent der Kapazität

Im folgenden Beispiel stellen Bild 3a) und Bild 3b) die typische Ladung einer Zelle mit einem konstanten Ladestrom von $0,2 I_t$ A auf die vom Zellenhersteller für die Anfangsphase definierte Spannung dar, gefolgt von einer konstanten Ladespannung für die letzte Phase.

Die Batteriehersteller müssen Ladekurven zur Verfügung stellen.



a) Beispiel für eine Ladestromkurve



b) Beispiel für eine Ladespannungskurve

ANMERKUNG Das Pluszeichen zeigt den Ladezustand an. Dies unterscheidet sich von der Definition für die Traktion in IEC 62928.

Bild 3 – Beispiele für Ladekurven

4.5.2 Anforderungen an das Laden

Die Anforderungen an die Ladekennlinien sind in Tabelle 1 festgelegt.

Tabelle 1 – Anforderung an die Ladekennlinien

Anforderungen	Kennlinien
Normalzustand	Erhaltungsladung
Ladeverfahren	Konstantstrom- und Konstantspannungsverfahren (en: constant current and constant voltage, CCCV) Regelungen um Überladung (der einzelnen Zelle), Überstrom und Übertemperatur der Batterie zu verhindern, sind erforderlich.
Statische Regelungstoleranz des Batterieladestromausgangs am Ladesystem für die Konstantstromphase (en: CC phase)	Die Ladestromtoleranz bezieht sich auf den Strombedarf entsprechend der optimalen Ladekennlinie der Batterie. $\pm 5 \%$ oder eine geringere Toleranz
Statische Regelungstoleranz des Batterieladespannungsausgangs am Ladesystem für die Konstantspannungsphase (en: CV phase)	Die Ladespannungstoleranz bezieht sich auf den Spannungsbedarf entsprechend der optimalen Ladekennlinie der Batterie. $\pm 1 \%$ oder eine geringere Toleranz
Ladespannungswelligkeit	$\leq 5 \%$ (nach IEC 60077-1:2017, 8.2.1.8, aber bei abgetrennter Batterie)
Ladestromwelligkeit	Siehe IEC 62928:2017, 10.2,
Temperaturkompensation	Siehe 4.5.3.

Anforderungen	Kennlinien
Überwachungstemperatur	Das Signal vom Sensor an der Zelle oder am Modul wird zu BMS gesendet. Das Batterieladegerät muss nach den BMS-Angaben arbeiten.
Überspannungsschutz beim Laden	Verbindlich Siehe 4.5.1 und 4.8

Für die Ladeschnittstelle siehe [6.1](#).

4.5.3 Anforderungen an das Entladen

4.5.3.1 Allgemeines

Siehe IEC 62973-1:2018, 4.4.3.1.

4.5.3.2 Lastprofil

Siehe IEC 62973-1:2018, 4.4.3.2.

Es müssen Lastprofile für Notfallsituationen definiert werden.

4.5.3.3 Verlängerte Entladezeit

Siehe IEC 62973-1:2018, 4.4.3.3.

Wenn Zellen auf eine Spannung entladen werden, die unter dem vom Zellenhersteller festgelegten Wert liegt, darf eine Weiterverwendung nicht zugelassen werden.

Der außergewöhnliche Anwendungsfall wird vom neuen Projektteam definiert.

4.5.3.4 Leistungsfähigkeit bei niedriger oder hoher Temperatur

Siehe IEC 62973-1:2018, 4.4.3.4.

Einzelheiten werden vom neuen Projektteam diskutiert.

4.5.4 Ladungshaltung (Selbstentladung)

Insbesondere bei Bahnanwendungen kann es vor und/oder nach der Inbetriebnahme von Bahnfahrzeugen zu einer langen Lagerung oder einem langen Transport kommen. Die Batterieanlage muss für die Inbetriebnahme und den Betrieb funktionsfähig sein.

Die Ladungshaltung von Zellen, die durch Selbstentladung verringert wird, ist in [IEC 62620:2014](#), 6.4, festgelegt.

Weitere Komponenten, z. B. die Symmetriefunktion des BMS, erhöhen die Selbstentladungsrate der Batterieanlage. Der Hersteller der Batterieanlage muss einen Leitfaden für die Batterieanlage bereitstellen, um vor dem Einbau in Bahnfahrzeuge und vor der Inbetriebnahme einen sicheren Transport sowie einen angemessenen Betrieb nach einem langen Transport und/oder einer langen Lagerung sicherzustellen.

ANMERKUNG Ein eingehender Leitfaden kann UN 38.3 entnommen werden.

Die Zeitspanne nach der Inbetriebnahme und der Lieferung des gebauten Bahnfahrzeugs an den Standort des Betreibers bis zur Aufnahme des Betriebs sollte vom Betreiber definiert und bei der Auslegung der Batterieanlage berücksichtigt werden.

Der Hersteller der Batterieanlage muss eine zusätzliche Instandhaltungsausrüstung, Software, Verfahren usw. für eine lange Lagerung definieren.

4.5.5 Anforderungen an die Kapazitätsgröße der Batterie

Siehe IEC 62973-1:2018, 4.4.5.

Die Werte für die Batteriekapazität müssen von der verantwortlichen Stelle nach den Festlegungen in [Tabelle 2](#) zur Verfügung gestellt werden.

Tabelle 2 – Für die Festlegung der Batteriegröße erforderliche Parameter sowie Verantwortung für die zur Verfügung zu stellenden Parameter

Für die Festlegung der Batteriegröße erforderliche Parameter	Verantwortung für die zur Verfügung zu stellenden Parameter	Werte
Lastprofil (W, Ω , A)	Vom Systemintegration bereitgestellt	Lastprofilfälle jeweils in W, Ω , A über eine festgelegte Dauer
Niedrige oder hohe Temperatur für die Größenbestimmung des Lastprofils (°C)	Wie vom Zughersteller oder gemeinsam mit dem Endbetreiber festgelegt	Hohe und niedrige Temperatur in °C, wie in IEC 62973-1, 4.4.3.4, angegeben
Ladespannung der Batterieanlage	Hersteller der Batterie oder der Zellen	Anzahl von Zellen x geforderte Ladespannung je Zelle
Ladezustand (SOC) bei 25 °C unter Erhaltungsladungsbedingungen (%)	Vom Hersteller der Batterie oder der Zellen bereitgestellt	Prozent der Bemessungskapazität, wie in IEC 62620 angegeben
Alterungsfaktor (%)	Vom Hersteller der Batterie oder der Zellen bereitgestellt	Prozent der Bemessungskapazität, wie in IEC 62620 angegeben
Gefordertes Zyklusvermögen (Anzahl von Lastprofilzyklen und Dauer)	Vom Endbetreiber festgelegt	Anzahl von Zyklen und (Teil- oder Voll-)Dauer des Lastprofils je Woche, Monat oder Jahr
Brauchbarkeitsdauer der Batterie bei einer durchschnittlichen Jahresbetriebstemperatur von etwa 20 °C unter Bahnbedingungen (Jahre)	Vom Hersteller der Batterie oder der Zellen bereitgestellt	Jahre der Lebensdauer unter typischen Bahnbedingungen

4.6 Sicherheits- und Schutzanforderungen

4.6.1 Allgemeines

Siehe IEC 62973-1:2018, 4.5.1.

Für Sicherheitsanforderungen für Zellen wird auf [IEC 62619](#) verwiesen und für Sicherheitsanforderungen auf Fahrzeugen siehe [IEC 62928: 2017, Abschnitt 8](#).

Der sichere Betrieb des Batteriemanagementsystems wird in [4.9](#) beschrieben.

Auf Anforderung werden für Sicherheits- und Schutzzwecke manuelle und/oder automatische Trennschalter vorgesehen.

4.6.2 Tiefentladung von Batterien

Siehe IEC 62973-1:2018, 4.5.2.

Prinzipiell kann es bei einer Polaritätsumkehr oder Tiefentladung einer Zelle gefolgt von einer Wiederaufladung bei Lithium-Ionen-Batterien möglicherweise zu einem Leistungsabfall und gefährlichen Erscheinungen wie Druckentlastung, Rauch und Brand kommen. Diese Erscheinungen können unter Umständen von der Bauart der Zelle, des Batteriepacks/-moduls und der Batterieanlage abhängen. Tiefentladungszustände müssen entsprechend der Bedienungsanleitung des Batterie-/Zellenherstellers behandelt werden.

Wenn Zellen auf eine Spannung entladen werden, die unter dem vom Zellenhersteller festgelegten Wert liegt, darf eine Weiterverwendung nicht zugelassen werden. Für eine Überschreitung der vom Zellenhersteller angegebenen unteren Spannungsgrenze darf in Ausnahmefällen eine Vereinbarung zwischen den Integratoren der Batterieanlage und den Zugerstellern getroffen werden.

4.6.3 Temperaturbezogene Parameter für das Laden

Abhängig von der Bauart von Zelle, Batteriepack/-modul und Batterieanlage dürfen sich die Ladeparameter für jede Temperatur unterscheiden. Der Integrator der Batterieanlage muss die von den Zellenherstellern definierten Ladeparameter implementieren.

4.7 Brandschutz

Siehe IEC 62973-1:2018, 4.6.

4.8 Instandhaltung

Vom Integrator der Batterieanlage müssen Instandhaltungsanweisungen zur Verfügung gestellt werden.

Zur Sicherstellung einer einwandfreien Sicherheit und Leistungsfähigkeit der Batterie müssen die Instandhaltungsanweisungen des Integrators der Batterie eingehalten werden.

Beispiele für Instandhaltungsarbeiten sind:

- a) Sichtprüfung der Außenseite des Batteriekastens;
- b) Überprüfung der Batteriedaten über die Kommunikationsverbindung;
- c) regelmäßiges Laden bei langer Lagerung; gegebenenfalls muss ein Werkstattladegerät verwendet werden.

Für die Instandhaltungsschnittstelle siehe [6.4](#).

4.9 Ladekennlinie

Siehe IEC 62973-1:2018, 4.8.

Abhängig von der Bauart von Zelle, Batteriepack/-modul und Batterieanlage dürfen sich das Ladeverfahren und die Ladegrenzen bei jeder Temperatur unterscheiden. Ein Normwert darf nicht definiert werden. Es ist notwendig bei jeder Temperatur entsprechend der vom Batterie-/Zellenhersteller erstellten Bedienungsanleitung zu laden.

4.10 Batteriemanagementsystem (BMS)

Das Batteriemanagementsystem (BMS) ist ein Subsystem, das dem sicheren Betrieb und der optimalen Leistungsfähigkeit der Batterieanlage dient.

Das BMS muss die in [IEC 62928:2017, 4.3](#), beschriebenen Funktionen und ausgewählten Möglichkeiten haben.

Der zulässige Unsymmetriebereich, der als Differenz der Spannung und/oder des SOC aller Zellen innerhalb einer Batterie gemessen wird, muss zwischen Integrator und Hersteller der Batterieanlage vereinbart werden. Das BMS muss die Symmetrie der Zellen während des Betriebs sicherstellen, z. B. während der Betriebsstunden und nach Unklarzeiten der Batterieanlage.

Für einen außergewöhnlichen Anwendungsfall darf die Batterie im Entladebetrieb über die normalen Betriebsgrenzen hinaus verwendet werden, wenn die Sicherheit der Fahrgäste Vorrang vor der Lebensdauer der Batterie hat.

5 Mechanische Auslegung der Batterieanlage

5.1 Allgemeines

Siehe IEC 62973-1:2018, 5.1.

Der Begriff „Blockbatterie“ in IEC 62973-1 sollte jedoch als „Batteriepack/-modul“ gelesen werden.

5.2 Schnittstellenmechanismus

5.2.1 Allgemeines

Siehe IEC 62973-1:2018, 5.2.1.

5.2.2 Fest eingebautes System

Siehe IEC 62973-1:2018, 5.2.2.

Der Begriff „Blockbatterie“ in IEC 62973-1 sollte jedoch als „Batteriepack/-modul“ gelesen werden.

5.2.3 Rollendes System

Siehe IEC 62973-1:2018, 5.2.3.

5.2.4 Gleitendes System

Siehe IEC 62973-1:2018, 5.2.4.

5.3 Einbauort der Batterieanlage auf dem Fahrzeug

Siehe IEC 62973-1:2018, 5.3.

Lithium-Ionen-Batterien können unter Störbedingungen möglicherweise entzündliches Gas erzeugen. Besondere Beachtung müssen die Anordnung des Batteriekastens und/oder Druckentlastungslösungen erfordern, damit das entlüftete Gas nicht in die Fahrgasträume eindringt.

5.4 Zugänglichkeit der Batterie

Siehe IEC 62973-1:2018, 5.4.

5.5 Belüftung des Batteriekastens

Lithium-Ionen-Zellen sind gasdicht, und während des normalen Ladens und Entladens entstehen normalerweise keine Gase und Dämpfe. Es ist nicht notwendig, ein Belüftungssystem einzurichten, um die wie bei anderen Batterietechnologien entstehenden Gase zu entlüften.

Abhängig von der Bauart von Zelle, Batteriepack/-modul und Batterieanlage und von den Betriebsbedingungen kann jedoch unter Umständen eine Belüftung zur Kühlung erforderlich sein. In einigen Fällen darf auf ein Belüftungssystem verzichtet werden, um das BMS oder die elektronischen Geräte vor Staub zu schützen. Belüftungssystem, Kühlung usw. müssen nach der Bedienungsanleitung des Batterie-/Zellenherstellers ausgelegt werden.

Beim unsachgemäßen Laden/Entladen kann es möglicherweise zur Druckentlastung der Zelle kommen. Bei gasdichten Batteriekästen muss der Integrator der Batterie eine Lösung zur Vermeidung eines unbeabsichtigten Berstens oder einer Explosion bei Überdruck aufgrund einer Druckentlastung der Zelle implementieren (z. B. eine Sicherheitsberstscheibe).

6 Elektrische Schnittstelle

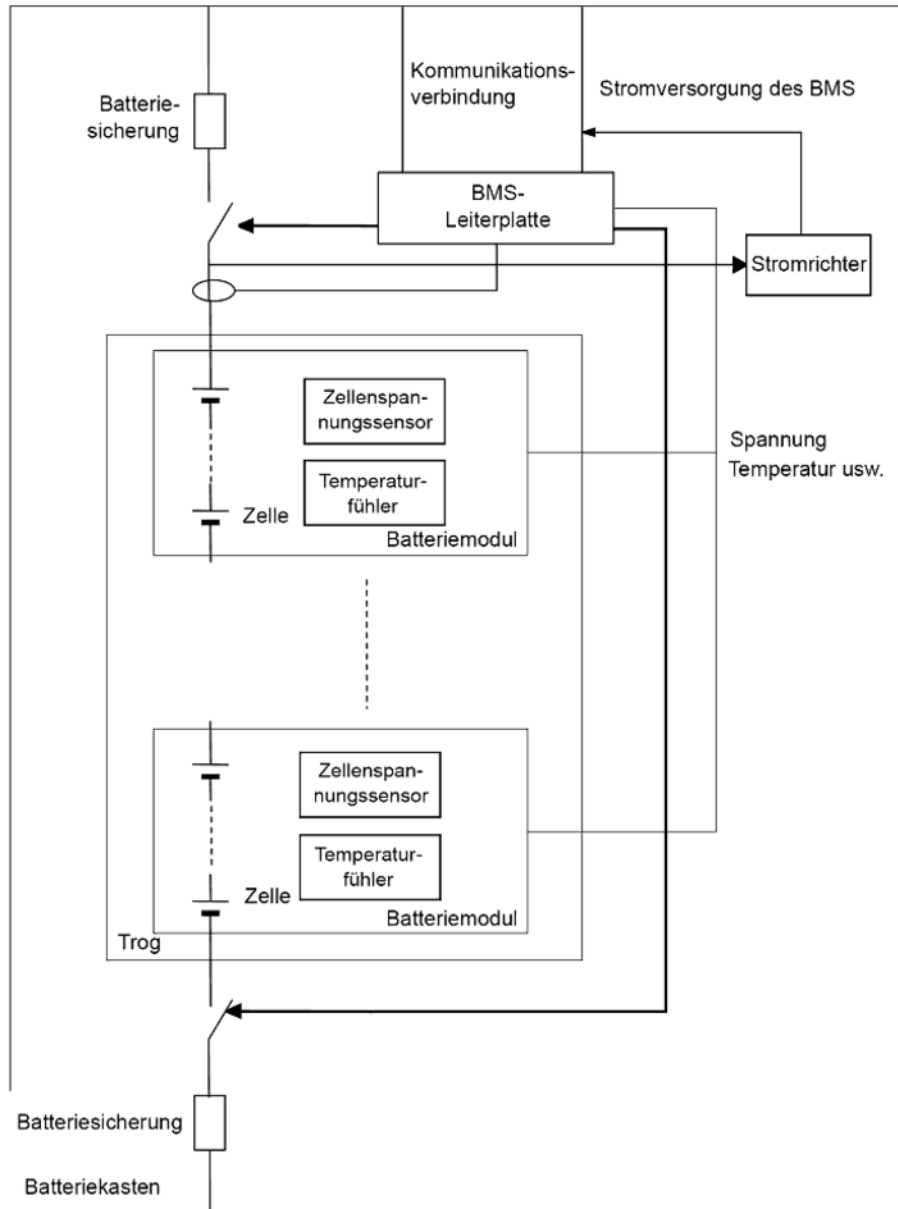
6.1 Allgemeines

6.1.1 Integration einer Bordnetz-Batterie in die Systemarchitektur

Die Bilder der Systemarchitektur werden vom neuen Projektteam hinzugefügt.

6.1.2 Allgemeine Übersicht

Bild 4 zeigt typische elektrische Schnittstellen.



ANMERKUNG 1 Das BMS überwacht und steuert die Informationen über Spannungen, Temperaturen usw. aller Zellen und Zellblöcke.

ANMERKUNG 2 Zur Verringerung von Welligkeitsströmen können parallel zum Trennschalter Strombegrenzungswiderstände eingefügt werden.

ANMERKUNG 3 Auf Anforderung werden für Sicherheits- und Schutzzwecke manuelle und/oder automatische Trennschalter vorgesehen.

Bild 4 – Schematisches Beispiel für eine Bordnetz-Batterieanlage

6.1.3 Elektrische Schnittstelle für eine Fremdeinspeisung (wahlfrei)

Bild 5 beschreibt eine elektrische Schnittstelle für den Fall, dass eine Fremdeinspeisefunktion in die Batterie integriert ist.