

	DIN EN IEC 62619 (VDE 0510-39)	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 „etx Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 29.220.30

Einsprüche bis 2020-06-03

Entwurf

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 62619
(VDE 0510-39):2017-11

**Akkumulatoren und Batterien mit alkalischen oder anderen nicht
säurehaltigen Elektrolyten –
Sicherheitsanforderungen für Lithium-Akkumulatoren und -Batterien für
die Verwendung in industriellen Anwendungen
(IEC 21A/687/CD:2018);
Text Deutsch und Englisch**

Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes –
Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications
(IEC 21A/687/CD:2018);
Text in German and English

Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide –
Exigences de sécurité pour les accumulateurs au lithium pour utilisation dans des applications
industrielles
(IEC 21A/687/CD:2018);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-04-03 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, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt 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 65 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 21A/687/CD:2018-11 "Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications" (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/SC 21A "Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes" der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN 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/K 371 "Akkumulatoren" der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnietsnummer, 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 62619 (VDE 0510-39):2017-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Begriffe wurden aktualisiert;
- b) der Abschnitt zur allgemeinen Sicherheitsbetrachtung wurde überarbeitet;
- c) der Abschnitt zum Propagationstest wurde aktualisiert;
- d) ein Abschnitt zu EMC wurde ergänzt;
- e) der informative Anhang umfangreich überarbeitet.

Inhalt

Seite

1	Anwendungsbereich.....	5
2	Normative Verweisungen	5
3	Begriffe	5
4	Grenzabweichungen für die Messung von Parametern.....	8
5	Allgemeine Sicherheitsbetrachtungen	8
5.1	Allgemeines.....	8
5.2	Isolation und Verdrahtung	9
5.3	Druckentlastung	9
5.4	Temperatur-/Spannungs-/Strom-Management.....	9
5.5	Anschlusskontakte des Batteriepacks und/oder des Batteriesystems.....	9
5.6	Zusammenbau von Zellen, Modulen oder Batteriepacks zu Batteriesystemen.....	9
5.6.1	Allgemeines.....	9
5.6.2	Entwurf von Batteriesystemen	10
5.7	Betriebsbereich von Lithium-Zellen und -Batteriesystemen für sichere Verwendung	10
5.8	Systemsperrung (oder Systemsperrfunktion)	10
5.9	Qualitätssicherungsplan.....	10
6	Bedingungen für die Typprüfung.....	10
6.1	Allgemeines.....	10
6.2	Prüfgegenstände	10
7	Besondere Anforderungen und Prüfungen	12
7.1	Ladeverfahren für Prüfzwecke	12
7.2	Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung	12
7.2.1	Äußere Kurzschlussprüfung (Zelle oder Zellblock).....	12
7.2.2	Aufschlagprüfung (Zelle oder Zellblock)	12
7.2.3	Fallprüfung (Zelle oder Zellblock und Batteriesystem)	14
7.2.4	Thermische Fehlbehandlungsprüfung (Zelle oder Zellblock).....	16
7.2.5	Überladungsprüfung (Zelle oder Zellblock).....	16
7.2.6	Erzwungene Entladungsprüfung (Zelle oder Zellblock).....	17
7.3	Betrachtung des inneren Kurzschlusses – Bewertung des Entwurfs	18
7.3.1	Allgemeines.....	18
7.3.2	Innere Kurzschlussprüfung (Zelle).....	18
7.3.3	Ausbreitungsprüfung (Batteriesystem).....	19
8	Sicherheit von Batteriesystemen (unter Berücksichtigung der funktionalen Sicherheit)	19
8.1	Allgemeine Anforderungen.....	19
8.2	Batteriemanagementsystem (oder Batteriemaneagementsystem)	20
8.2.1	Anforderungen an das BMS.....	20
8.2.2	Spannungsregelung gegen Überladung (Batteriesystem).....	21
8.2.3	Stromregelung gegen Überladung (Batteriesystem)	22
8.2.4	Überhitzungskontrolle (Batteriesystem).....	23
9	EMV.....	23
10	Sicherheitsinformationen.....	23
11	Kennzeichnung und Bezeichnung	24
Anhang A (normativ)	Betriebsbereich von Zellen für den sicheren Gebrauch.....	25
A.1	Allgemeines.....	25
A.2	Ladebedingungen für sicheren Gebrauch.....	25
A.3	Überlegungen zur Ladespannung.....	25

A.4	Überlegungen zur Temperatur	25
A.5	Hoher Temperaturbereich	26
A.6	Niedriger Temperaturbereich	26
A.7	Entladebedingungen für sicheren Gebrauch.....	26
A.8	Beispiel eines Betriebsbereichs	26
Anhang B (informativ) Verfahren für die Ausbreitungsprüfung (siehe 7.3.3)		28
B.1	Allgemeines	28
B.2	Prüfbedingungen	28
B.2.1	Zellenprüfung (Vorprüfung)	28
B.2.2	Batteriesystemprüfung (Hauptprüfung)	29
Anhang C (informativ) Verfahren zur Ausbreitungsprüfung mit anderen Prüfverfahren als dem Laser (siehe 7.3.3).....		31
C.2	Allgemeines	31
C.3	Prüfbedingungen	31
C.3	Verfahren zur Auslösung der thermischen Instabilität können einschließen	31
Anhang D Verpackung		32
Literaturhinweise		33

Bilder

Bild 1 – Konfiguration für die Aufschlagprüfung	14
Bild 2 – Aufschlagstelle.....	15
Bild 3 – Konfiguration für die Fallprüfung auf die kürzeste Kante	16
Bild 4 – Konfiguration für die Fallprüfung auf die Ecke.....	16
Bild 5 – Beispiele für BMS-Positionen und Batteriesystemkonfigurationen	21
Bild 6 – Beispiel für die Schaltungskonfiguration für die Spannungsüberladungsregelung	22
Bild A.1 – Beispiel eines Betriebsbereichs für das Laden typischer Lithium-Ionen-Zellen.....	27
Bild A.2 – Beispiel eines Betriebsbereichs für das Entladen typischer Lithium-Ionen-Zellen.....	27
Bild B.1 – Beispiel für die Prüfanordnung	29
Bild B.2 – Beispiel für einen typischen Temperaturverlauf der Zelle.....	29

Tabellen

Tabelle 1 – Stichprobenumfang für Typprüfungen	11
Tabelle 2 – Verfahren und Bedingung für die Fallprüfung.....	14

Akkumulatoren und Batterien mit alkalischen oder anderen nicht säurehaltigen Elektrolyten – Sicherheitsanforderungen für Lithium-Akkumulatoren und -Batterien für die Verwendung in industriellen Anwendungen

1 Anwendungsbereich

Das Dokument legt Anforderungen und Prüfungen für den sicheren Betrieb von Lithium-Sekundärzellen und -batterien für die Verwendung in industriellen Geräten, einschließlich stationären Geräten, fest.

Falls es eine IEC-Norm gibt, die die Prüfbedingungen und -anforderungen für Zellen, die in speziellen Anwendungen verwendet werden und die im Konflikt zu dieser Norm stehen, festlegt, muss ersterer der Vorrang gegeben werden. (z. B. IEC 62660 Reihe, Straßenfahrzeuge).

Es folgen einige Beispiele industrieller Geräte, die Zellen und Batterien verwenden, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen.

- Stationäre Anwendungen: Telekommunikation, unterbrechungsfreie Stromversorgungen (en: uninterruptible power supply, UPS), elektrische Energiespeichersysteme, Schaltanlagen, Notstrom und ähnliche Anwendungen.
- Mobile Anwendungen: Gabelstapler, Golfwagen, automatisch geführte Fahrzeuge (en: auto guided vehicle, AGV), Eisenbahn, Schifffahrt und andere mobile Anwendungen mit Ausnahme von Straßenfahrzeugen.

Da dieses Dokument Batterien für verschiedene industrielle Anwendungen umfasst, enthält es die Anforderungen, die diese verschiedenen Anwendungen gemein haben und die geringsten sind.

Die elektrische Sicherheit ist lediglich als Teil der Risikoanalyse in [Abschnitt 8](#) enthalten. In Bezug auf die Details, die die elektrische Sicherheit betreffen, müssen die Standardanforderungen für die Endverwendung der Anwendung berücksichtigt werden.

Dieses Dokument gilt für Zellen und Batterien. Wenn die Batterie in kleinere Einheiten unterteilt ist, kann eine kleinere Einheit als repräsentativ für die Batterie geprüft werden. Der Hersteller gibt die zu prüfende Einheit eindeutig an. Der Hersteller darf zur geprüften Einheit Funktionen hinzufügen, die in der endgültigen Batterie vorhanden sind.

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 62133:2012, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications*

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

ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO/IEC Guide 51 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>

3.1

Sicherheit

Freiheit von unvertretbarem Risiko

3.2

Risiko

Kombination aus der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Schadens und der Schwere dieses Schadens

3.3

Schaden

physische Verletzung oder Schädigung der Gesundheit von Menschen oder Schädigung von Gütern oder der Umwelt

3.4

Gefährdung

potenzielle Schadensquelle

3.5

bestimmungsgemäßer Gebrauch

Gebrauch eines Produkts, Verfahrens oder einer Dienstleistung nach den vom Lieferanten bereitgestellten Festlegungen, Anweisungen und Angaben

3.6

vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung

Gebrauch eines Produkts, Verfahrens oder einer Dienstleistung in einer vom Lieferanten nicht vorgesehenen Weise, der sich jedoch aus leicht voraussagbarem menschlichem Verhalten ergibt

3.7

Lithium-Sekundärzelle

Zelle

Sekundärzelle, bei der die elektrische Energie durch Einlagerungs-/Auslagerungsreaktionen von Lithiumionen oder durch Oxidations-/Reduktionsreaktionen zwischen der negativen Elektrode und der positiven Elektrode abgeleitet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Zelle enthält typischerweise einen Elektrolyt, der aus einem Lithiumsalz und einer organischen Lösemittelverbindung in flüssiger, gelförmiger oder fester Form besteht, und besitzt ein Metall- oder ein Laminatgehäuse. Er ist nicht für die Verwendung in einem Gerät vorbereitet, da er noch nicht mit seinem endgültigen Gehäuse, seiner Anschlussanordnung und seiner elektronischen Regeleinrichtung ausgestattet ist.

3.8

Zellenblock

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Er ist nicht für die Verwendung in einem Gerät vorbereitet, da er noch nicht mit seinem endgültigen Gehäuse, seiner Anschlussanordnung und seiner elektronischen Regeleinrichtung ausgestattet ist.

3.9

Modul

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

3.10

Batteriepack

Energiespeichervorrichtung, die aus einer oder mehreren elektrisch verbundenen Zellen oder Modulen besteht und eine Überwachungsschaltung aufweist, die Informationen (z. B. Zellenspannung) an ein Batteriesystem liefert, um die Sicherheit, Leistung und/oder Lebensdauer der Batterie zu beeinflussen

Anmerkung 1 zum Begriff: Es kann ein Schutzgehäuse enthalten und mit Anschlussklemmen oder anderen Verbindungsanordnungen ausgestattet sein.

3.11

Batteriesystem

Batterie

System, das eine oder mehrere Zellen, Module oder Batteriepakete umfasst und ein Batteriemanagementsystem aufweist, das in der Lage ist, den Strom im Falle von Überladung, Überstrom, Tiefentladung und Überhitzung zu steuern.

Anmerkung 1 zum Begriff: Abschalten bei Überentladung ist nicht verpflichtend, wenn es eine Vereinbarung zwischen Zellenhersteller und Kunde gibt

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Batteriesystem kann Kühl- oder Heizgeräte aufweisen. Mehr als ein Batteriesystem kann ein größeres Batteriesystem darstellen. Das Batteriesystem wird manchmal auch als Batterie bezeichnet.

3.12

Batteriemanagementsystem

BMS

elektronisches System, das mit einer Batterie verbunden ist, mit der Funktionen der Regelung des Stroms bei Überladung, Überstrom, Tiefentladung und Überhitzung, und das ihren Zustand überwacht und/oder verwaltet, Sekundärdaten berechnet, diese Daten berichtet und/oder ihre Umgebung steuert, um die Sicherheit, Leistung und/oder Lebensdauer der Batterie zu beeinflussen

Anmerkung 1 zum Begriff: Abschalten bei Tiefentladung ist nicht verpflichtend, wenn es eine Vereinbarung zwischen Zellenhersteller und Kunde gibt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Funktion des BMS kann dem Batteriepack oder Geräten, die die Batterie verwenden, übertragen werden. (Siehe Bild 5)

Anmerkung 3 zum Begriff: Das BMS kann geteilt werden und kann sich teilweise im Batteriepack und teilweise im Gerät befinden, das die Batterie verwendet. (Siehe Bild 5)

Anmerkung 4 zum Begriff: Das BMS wird manchmal als BMU (Batteriemanagementeinheit) bezeichnet

3.13

Undichtheit

sichtbarer Austritt von flüssigem Elektrolyt

3.14

Druckentlastung

konstruktiv vorgesehene Entlastung von übermäßigem Innendruck aus einer Zelle, einem Modul, einem Batteriepack oder einem Batteriesystem, um ein Bersten oder eine Explosion auszuschließen

3.15

Bersten

mechanischer Ausfall eines Zellenbehälters oder Batteriegehäuses durch eine innere oder äußere Ursache, die ein Freisetzen oder Austreten von Werkstoffen zur Folge hat

3.16

Explosion

Ausfall, der auftritt, wenn sich ein Zellenbehälter oder ein Batteriegehäuse gewaltsam öffnet und feste Bestandteile mit Wucht herausgestoßen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Flüssigkeit, Gas und Rauch werden ausgestoßen.

3.17

Brand

Freisetzung von Flammen aus einer Zelle, einem Modul, einem Batteriepack oder einem Batteriesystem

3.18

Bemessungskapazität

vom Hersteller angegebener Kapazitätswert einer Zelle oder Batterie, der unter festgelegten Bedingungen ermittelt wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Die vom Hersteller angegebene Bemessungskapazität ist die Elektrizitätsmenge C_n Ah (Amperestunden), die eine einzelne Zelle oder Batterie während einer n -stündigen Dauer liefern kann, wenn Laden, Speichern und Entladen unter den in IEC 62620:2014, 6.3.1, festgelegten Bedingungen erfolgte.

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15, modifiziert – Ergänzung von Anmerkung 1 zum Begriff.]

3.19

oberer Grenzwert der Ladespannung

vom Hersteller der Zellen festgelegte höchste Ladespannung im Betriebsbereich der Zelle

3.20

unterer Grenzwert der Entladespannung

vom Hersteller der Zellen festgelegte niedrigste Entladespannung im Betriebsbereich der Zelle

3.21

höchster Ladestrom

vom Hersteller der Zellen festgelegter höchster Ladestrom im Betriebsbereich der Zelle

3.22

höchster Entladestrom

vom Hersteller der Zellen festgelegter höchster Entladestrom im Betriebsbereich der Zelle

3.23

thermisches Durchgehen

durch exotherme Reaktionen verursachter unkontrollierter, starker Anstieg der Zelltemperatur

4 Grenزابweichungen für die Messung von Parametern

Die Gesamtgenauigkeit von geregelten oder gemessenen Werten muss hinsichtlich ihrer festgelegten oder tatsächlichen Parameter innerhalb folgender Grenزابweichungen liegen:

- a) $\pm 0,5$ % für Spannung;
- b) ± 1 % für Strom;
- c) ± 2 °C für Temperatur;
- d) $\pm 0,1$ % für Zeit;
- e) ± 1 % für Gewicht;
- f) ± 1 % für Maße.

Diese Grenزابweichungen umfassen die Gesamtgenauigkeit der Messgeräte, des angewendeten Messverfahrens und sämtlicher weiterer Fehlerquellen des Prüfverfahrens.

Einzelheiten über die benutzte Messtechnik müssen in jedem Ergebnisbericht angegeben werden.

5 Allgemeine Sicherheitsbetrachtungen

5.1 Allgemeines

Die Sicherheit von Lithium-Sekundärzellen und -batteriesystemen erfordert die Berücksichtigung von zwei Gruppen von Anwendungsbedingungen:

- a) bestimmungsgemäßer Gebrauch;
- b) vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung.

Zellen und Batteriesysteme müssen so ausgelegt und konstruiert sein, dass sie sowohl bei bestimmungsgemäßem Gebrauch als auch bei vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlanwendung sicher sind. Es darf auch erwartet werden, dass Zellen und Batteriesysteme, die dem bestimmungsgemäßen Gebrauch unterliegen, nicht nur sicher, sondern in jeder Hinsicht weiterhin funktionsfähig sein müssen.

Es ist zu erwarten, dass Zellen oder Batteriesysteme, die Fehlanwendungen unterzogen wurden, anschließend nicht mehr funktionieren. Sie dürfen jedoch, selbst wenn eine derartige Situation auftritt, keine bedeutende Gefährdung darstellen.

Potentielle Gefährdungen, die im vorliegenden Dokument behandelt werden, sind:

- a) Brand;
- b) Bersten/Explosion;
- c) kritischer elektrischer Kurzschluss aufgrund des Austritts von Elektrolyt aus einer Zelle;
- d) Druckentlastung, die kontinuierlich entzündbare Gase entlässt;
- e) Bersten des Gehäuses der Zelle, des Moduls, des Batteriepacks und des Batteriesystems mit Freisetzen interner Bauteile.

Die Übereinstimmung mit 5.1 bis 5.6 wird durch die Prüfungen nach den [Abschnitten 6, 7 und 8](#) sowie durch Übereinstimmung mit der zutreffenden Norm (siehe [Abschnitt 2](#)) geprüft.

Bewegliche Teile, die Personenschäden verursachen können, müssen mit geeigneten Konstruktionen und erforderlichen Maßnahmen versehen werden, um das Verletzungsrisiko zu verringern, einschließlich der Risiken, die während der Installation auftreten können, während die Zellen oder Batteriesysteme in Geräte eingebaut werden.

5.2 Isolation und Verdrahtung

Die Verdrahtung und ihre Isolierung müssen ausreichend sein, um den höchsten erwarteten Werten von Spannung, Strom, Höhe über NN und Temperatur standzuhalten. Die Verdrahtung muss so entworfen sein, dass zwischen den Leitern ausreichende Kriech- und Luftstrecken eingehalten werden. Gefährliche stromführende Teile des Batteriesystems müssen auch während der Installation geschützt sein, um das Risiko von elektrischen Schlägen zu vermeiden.

Die mechanische Festigkeit des gesamten Batteriesystems (Zelle/Modul/BMS) und der Verbindungen müssen ausreichen, um den Bedingungen bei vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendungen standzuhalten.

5.3 Druckentlastung

Das Gehäuse einer Zelle, eines Moduls, eines Batteriepacks und eines Batteriesystems muss eine Druckentlastungsfunktion enthalten, so dass ein Bersten oder eine Explosion ausgeschlossen sind. Falls eine Vergusskapselung zur Aufnahme der Zellen in einem äußeren Gehäuse verwendet wird, dürfen der Typ der Vergussmasse und das Kapselungsverfahren weder zur Überhitzung des Batteriesystems bei normalem Betrieb noch zur Verhinderung der Druckentlastung führen.

5.4 Temperatur-/Spannungs-/Strom-Management

Die Auslegung von Batteriesystemen muss so erfolgen, dass Bedingungen mit anormalen Temperaturerhöhungen vermieden werden. Batteriesysteme müssen so ausgelegt sein, dass die vom Hersteller der Zellen festgelegten Spannungs-, Strom- und Temperaturgrenzwerte eingehalten werden. Batteriesysteme müssen mit Spezifikationen und Hinweisen zum Laden für den Gerätehersteller versehen sein, so dass zugeordnete Ladegeräte so entworfen werden, dass sie den Ladevorgang innerhalb der festgelegten Spannungs-, Strom- und Temperaturgrenzwerte aufrechterhalten.

Falls zutreffend, können Maßnahmen vorgesehen werden, um den Strom beim Laden und Entladen auf ein sicheres Niveau zu begrenzen.

5.5 Anschlusskontakte des Batteriepacks und/oder des Batteriesystems

Die Polarität der Polanschlüsse muss auf der Oberfläche des Batteriepacks oder Batteriesystems deutlich gekennzeichnet werden.

Ausnahme: Batteriepacks mit verdrehsicheren äußeren Anschlüssen für den Anschluss an spezielle Endprodukte brauchen nicht mit der Polarität gekennzeichnet sein, sofern die Gestaltung der äußeren Anschlüsse verpolte Verbindungen verhindert.

Durch die Größe und Form der Anschlusskontakte muss sichergestellt werden, dass der höchste zu erwartende Strom übertragen werden kann. Die äußeren Kontaktflächen der Anschlüsse müssen aus einem leitfähigen Werkstoff bestehen, der eine gute mechanische Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit aufweist. Um zum Beispiel das Risiko von Kurzschlüssen durch metallische Werkzeuge zu minimieren, müssen die Anschlusskontakte so angeordnet sein, dass das Risiko von Kurzschlüssen auf ein Mindestmaß begrenzt wird.

5.6 Zusammenbau von Zellen, Modulen oder Batteriepacks zu Batteriesystemen

5.6.1 Allgemeines

Beim Zusammenbau von Zellen, Modulen oder Batteriepacks, die das Batteriesystem bilden, müssen die folgenden Regeln eingehalten werden, um eine angemessene Verringerung von Risiken im Batteriesystem zu unterstützen:

- Jedes Batteriesystem muss eine unabhängige Steuerung und Schutzverfahren aufweisen.
- Hersteller von Zellen müssen Empfehlungen zu Strom-, Spannungs- und Temperaturgrenzwerten geben, so dass die Batteriesystemhersteller/-konstrukteure eine einwandfreie Konstruktion und einen sachgemäßen Zusammenbau sicherstellen können.
- Batteriesysteme, die für eine selektive Entladung eines Teils ihrer in Reihe geschalteten Zellen ausgelegt sind, müssen eine gesonderte Schaltung enthalten, die das Umpolen von Zellen bei ungleichmäßiger Entladung verhindert.
- Gegebenenfalls sollten Schutzschaltungsbauteile hinzugefügt und die Anwendung des Endgeräts beachtet werden.

5.6.2 Entwurf von Batteriesystemen

Die Spannungsregelungsfunktion des Batteriesystementwurfs muss sicherstellen, dass die Spannung jeder Zelle oder jedes Zellenblocks den oberen Grenzwert der Ladespannung, der vom Hersteller der Zellen festgelegt wurde, nicht überschreitet, es sei denn, die stationären Geräte oder mobilen Geräte bieten eine äquivalente Spannungsregelungsfunktion.

Das Folgende sollte auf Ebene des Batteriesystems und vom Hersteller des Batteriesystems beachtet werden:

Für Batteriesysteme mit in Reihe geschalteten Mehrfach-Einzelzellen, Modulen oder Batteriepacks sollte durch Überwachen der Spannung jeder Einzelzelle oder jedes Zellenblocks bestätigt werden, dass die Spannungen aller Einzelzellen oder aller Zellenblöcke den vom Hersteller der Zellen festgelegten oberen Grenzwert der Ladespannung nicht überschreiten.

5.7 Betriebsbereich von Lithium-Zellen und -Batteriesystemen für sichere Verwendung

Der Zellenhersteller muss den Betriebsbereich der Zellen festlegen. Der Hersteller des Batteriesystems muss das Batteriesystem so entwerfen, dass es mit dem Betriebsbereich der Zellen übereinstimmt. Die Bestimmung des Betriebsbereichs der Zelle wird in [Anhang A](#) erläutert.

5.8 Systemsperre (oder Systemsperrfunktion)

Das Batteriesystem muss die Funktion haben, den Betrieb nicht rückstellbar zu stoppen, wenn es während des Betriebs vom Betriebsbereich abweicht.

Die Funktion des Batteriesystems kann nach entsprechender Überprüfung wiederhergestellt werden.

5.9 Qualitätssicherungsplan

Der Hersteller von Batteriesystemen muss einen Qualitätssicherungsplan erarbeiten und einführen, der Verfahren für die Überprüfung der Werkstoffe, Bauteile, Zellen, Module, Batteriepacks und Batteriesysteme festlegt und den gesamten Produktionsprozess für jeden Zellen-, Modul-, Batteriepack- und Batteriesystemtyp erfasst (z. B. ISO 9001, usw.). Hersteller sollten ihre Prozessfähigkeiten kennen und sollten die für die Produktsicherheit notwendigen Qualitätskontrollen in der Fertigung einführen.

6 Bedingungen für die Typprüfung

6.1 Allgemeines

Eine Zelle im Batteriesystem, die außerhalb ihres Betriebsbereichs verwendet wird, kann möglicherweise Gefährdungen durch die Zellen oder Batteriesysteme aufweisen. Solche Risiken müssen bei der Vorbereitung eines Sicherheitsprüfplans berücksichtigt werden.

Die Prüfeinrichtung sollte eine ausreichende bauliche Festigkeit und eine Brandunterdrückungsanlage aufweisen, um Überdruck- und Brandzustände auszuhalten, die als Ergebnis der Prüfung möglicherweise auftreten können. Um Gas zu entfernen und aufzufangen, das während der Prüfungen erzeugt werden könnte, sollte die Einrichtung ein Ventilationssystem haben. Gefährdungen durch Hochspannung sollten berücksichtigt werden, falls zutreffend.

WARNUNG - Diese Prüfungen verwenden Verfahren, die Schäden verursachen können, wenn keine ausreichenden Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden. Die Prüfungen sollten nur von qualifizierten und erfahrenen Technikern mit ausreichendem Schutz durchgeführt werden. Um Verbrennungen zu vermeiden, sollte bei Zellen oder Batteriesystemen, deren Gehäuse durch die Prüfung 75 °C überschreiten können, Vorsicht geboten sein.

6.2 Prüfgegenstände

Die Prüfungen werden mit der in [Tabelle 1](#) festgelegten Anzahl von Zellen oder Batteriesystemen durchgeführt, wobei Zellen oder Batteriesysteme verwendet werden, die unter den vom Zellenhersteller angegebenen Bedingungen nicht länger als sechs Monate gelagert werden.

Zellen oder Batteriesysteme, die mittels des in [7.1](#) festgelegten Verfahrens geladen wurden, müssen die Bemessungskapazität oder mehr liefern, wenn sie bei 25 °C ± 5 °C, mit einem konstanten Strom von 0,2 I_t A bis zu einer festgelegten Schlussspannung entladen werden. Diese Bestätigung der Kapazität kann in der Auslieferungsprüfung des Zellenherstellers durchgeführt werden. Im Fall eines Batteriesystems kann die

Kapazität auf der Grundlage von Messungen der Zellenkapazitäten während der Auslieferungsprüfung des Zellenherstellers berechnet werden.

Wenn nicht anders festgelegt, werden Prüfungen bei einer Umgebungstemperatur von $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ durchgeführt.

Die Prüfbedingungen gelten nur für Typprüfungen und bedeuten nicht, dass der bestimmungsgemäße Gebrauch den Betrieb unter diesen Bedingungen einschließt. Gleichfalls wurde die Begrenzung auf sechs Monate aus Gründen der Einheitlichkeit aufgenommen und bedeutet nicht, dass die Sicherheit der Zellen und Batteriesysteme nach sechs Monaten reduziert ist

Tabelle 1 – Stichprobenumfang für Typprüfungen

Prüfgegenstände		Prüfeinheit	
Kategorie	Prüfung	Zelle (siehe Anmerkung 1)	Batteriesystem (siehe Anmerkung 2)
Produktsicherheitsprüfung (Sicherheit der Zelle und des Batteriesystems)	7.2.1 Äußere Kurzschlussprüfung	R	–
	7.2.2 Aufschlagprüfung	R (siehe Anmerkung 3)	–
	7.2.3 Fallprüfung	R	R
	7.2.4 Thermische Fehlbehandlungsprüfung	R	–
	7.2.5 Überladungsprüfung	R (siehe Anmerkung 4)	–
	7.2.6 Erzwungene Tiefentladungsprüfung	R	–
	7.3 Betrachtung des inneren Kurzschlusses (Auswahl aus einer der beiden Optionen)	7.3.2 Innere Kurzschlussprüfung 7.3.3 Ausbreitung Prüfung	– R
Funktionssicherheitsprüfung (Sicherheit des Batteriesystems)	8.2.2 Spannungsüberladungsregelung	–	R
	8.2.3 Stromüberladungsregelung	–	R
	8.2.4 Übertemperaturregelung	–	R
<p>„R“: erforderlich (mindestens 1)</p> <p>„R*“: erforderlich. Bezüglich der Probenzahl siehe IEC 62133:2012, 8.3.9.</p> <p>„–“ = unnötig oder nicht zutreffend</p>			
<p>ANMERKUNG 1</p> <p>Der Hersteller kann bei jeder Prüfung, die in diesem Dokument „Zelle(n)“ als Prüfeinheit festlegt, anstelle von „Zelle(n)“ „Zellblock/Zellenblöcke“ verwenden. Der Hersteller muss die Prüfeinheit für jede Prüfung deutlich angeben.</p>			
<p>ANMERKUNG 2</p> <p>Wenn das Batteriesystem in kleinere Einheiten unterteilt ist, kann die Einheit als repräsentativ für das Batteriesystem geprüft werden. Der Hersteller kann zur geprüften Einheit Funktionen hinzufügen, die im endgültigen Batteriesystem vorhanden sind. Der Hersteller gibt die zu prüfende Einheit eindeutig an.</p>			
<p>ANMERKUNG 3</p> <p>Zylindrische Zelle oder Zellenblock: eine Richtung, quaderförmige Zelle oder Zellenblock: zwei Richtungen.</p>			
<p>ANMERKUNG 4</p> <p>Die Prüfung muss mit den Batteriesystemen durchgeführt werden, die nur mit einer einzelnen Regelung oder Schutzeinrichtung für die Ladespannungsregelung ausgerüstet sind.</p>			
<p>ANMERKUNG 5</p> <p>Wenn die Plus- und Minuspole einer Batterie nicht zugänglich sind, darf der Hersteller die Probe(n) so modifizieren, dass die Klemmen zugänglich sind für z. B. 7.2.1. Die Änderung muss so erfolgen, dass es unwahrscheinlich ist, dass das Prüfergebnis beeinflusst wird.</p>			

7 Besondere Anforderungen und Prüfungen

7.1 Ladeverfahren für Prüfzwecke

Vor dem Laden muss die Zelle oder das Batteriesystem bei einer Umgebungstemperatur von $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ mit einem Konstantstrom von $0,2\ I_t$ A bis zu einer festgelegten Endspannung entladen werden.

Falls in dieser Norm nicht anders angegeben, müssen Zellen oder Batteriesysteme bei einer Umgebungstemperatur von $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ nach dem vom Hersteller festgelegten Verfahren geladen werden.

ANMERKUNG 1 Lade- und Entladeströme der Prüfungen beruhen auf dem Wert der Bemessungskapazität (C_n Ah). Diese Ströme werden als ein Vielfaches von I_t A ausgedrückt, wobei: $I_t\text{ A} = C_n\text{ Ah}/1\text{ h}$ (siehe IEC 61434).

ANMERKUNG 2 Das Batteriesystem, das nicht mit einem Konstantstrom von $0,2\ I_t$ A entladen werden kann, kann mit dem vom Hersteller angegebenen Strom entladen werden.

7.2 Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung

7.2.1 Äußere Kurzschlussprüfung (Zelle oder Zellblock)

a) Anforderungen

Ein Kurzschluss zwischen dem positiven und negativen Anschluss darf keinen Brand und keine Explosion verursachen

b) Prüfung

Vollgeladene Zellen werden bei einer Umgebungstemperatur von $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ gelagert. Jede Zelle wird dann kurzgeschlossen, indem die positiven und negativen Anschlüsse mit einem Gesamtaußenwiderstand von $30\text{ m}\Omega \pm 10\text{ m}\Omega$ verbunden werden.

Die Zellen müssen für 6 h oder bis die Gehäusetemperatur um 80 % des größten Temperaturanstiegs abgefallen ist, in der Prüfung verbleiben, je nachdem, was eher eintritt.

c) Annahmekriterien

Kein Brand, keine Explosion

7.2.2 Aufschlagprüfung (Zelle oder Zellblock)

a) Anforderungen

Ein wie nachfolgend aufgeführter Aufschlag auf die Zelle darf weder einen Brand noch eine Explosion verursachen.

b) Prüfung

Die Zelle oder der Zellblock müssen bei einem konstanten Strom von $0,2\ I_t$ A auf 50 % der Bemessungskapazität entladen werden.

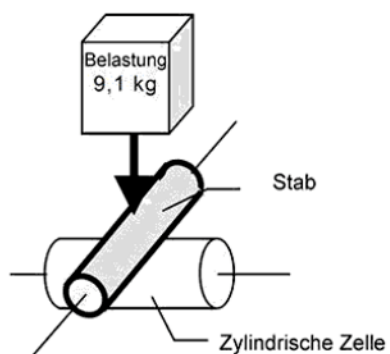
Die Zelle oder der Zellblock ist auf einen flachen Beton- oder Metallfußboden zu legen. Ein Stab aus nichtrostendem Stahl, Typ 316, mit einem Durchmesser von $15,8\text{ mm} \pm 0,1\text{ mm}$ und einer Länge von wenigstens 60 mm oder des längsten Maßes der Zelle, je nachdem, was größer ist, ist auf der Mitte der Zelle oder des Zellblocks anzuordnen. Ein starres Gewicht von 9,1 kg ist dann aus einer Höhe von $610\text{ mm} \pm 25\text{ mm}$ auf den auf der Probe angeordneten Stab fallenzulassen.

Eine zylindrische oder quaderförmige Zelle muss mit ihrer Längsachse parallel zum flachen Beton- oder Metallfußboden und senkrecht zur Längsachse der gebogenen Oberfläche mit 15,8 mm Durchmesser, die auf der Mitte des Prüfmusters liegt, getroffen werden. Eine quaderförmige Zelle muss ebenfalls um 90 Grad um ihre Längsachse gedreht werden, so dass sowohl ihre breite, als auch ihre schmale Seite dem Aufschlag ausgesetzt sind. Jede Probe ist nur einem einzelnen Aufschlag auszusetzen, wobei verschiedene Proben für jeden Aufschlag verwendet werden (siehe Bild 1).

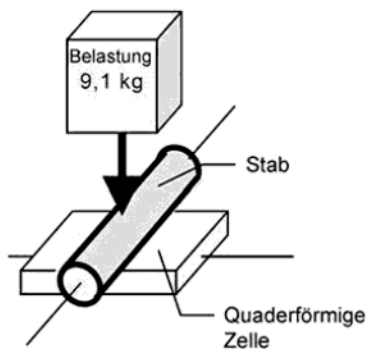
Im Fall eines Metallfußbodens muss ein äußerer Kurzschluss der Zelle oder des Zellblocks mit dem Boden durch geeignete Maßnahmen verhindert werden.

c) Annahmekriterien

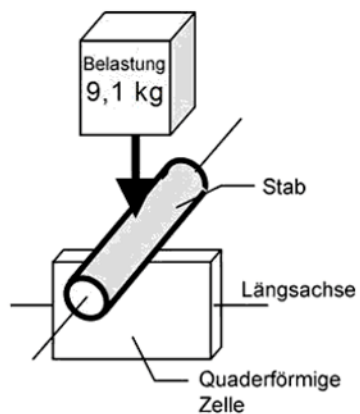
Kein Brand, keine Explosion.



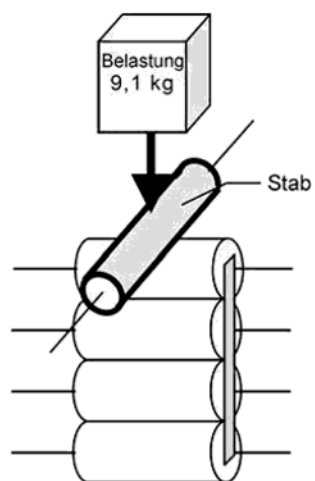
1a) Zylindrische Zelle



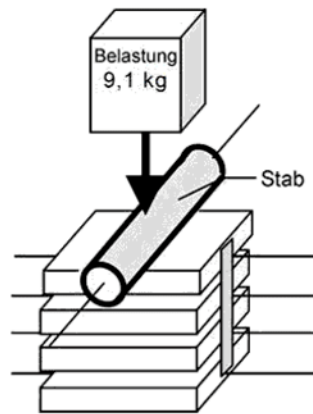
1b) Richtung 1 der quaderförmigen Zelle



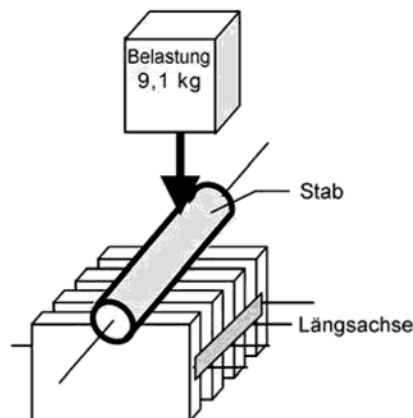
1c) Richtung 2 der quaderförmigen Zelle



1d) Mehrere zylindrische Zellen



1e) Richtung 1 mehrerer quaderförmiger Zellen



1f) Richtung 2 mehrerer quaderförmiger Zellen

ANMERKUNG Die Zelle oder der Zellblock kann durch etwas Material unterstützt werden, das keinen Einfluss auf die Prüfung hat, um die Position zu halten.

Bild 1 – Konfiguration für die Aufschlagprüfung

7.2.3 Fallprüfung (Zelle oder Zellblock und Batteriesystem)

7.2.3.1 Allgemeines

Die Fallprüfung wird an einer Zelle oder einem Zellblock und an einem Batteriesystem durchgeführt. Das Prüfverfahren und die Fallhöhe werden, wie in Tabelle 2 gezeigt, durch das Gewicht der Prüfeinheit bestimmt.

Tabelle 2 – Verfahren und Bedingung für die Fallprüfung

Masse der Prüfeinheit	Prüfverfahren	Fallhöhe
Kleiner als 7 kg	Vollständig	100,0 cm
7 kg oder mehr – weniger als 20 kg	Alle ^a	10,0 cm
20 kg oder mehr – weniger als 50 kg	Kante und Ecke ^a	10,0 cm
50 kg oder mehr – weniger als 100 kg	Kante und Ecke ^a	5,0 cm
100 kg oder mehr	Kante und Ecke ^a	2,5 cm

Wenn das Batteriesystem in kleinere Einheiten unterteilt ist, kann die Einheit als repräsentativ für das Batteriesystem geprüft werden. Der Hersteller kann zur geprüften Einheit Funktionen hinzufügen, die im endgültigen Batteriesystem vorhanden sind. Der Hersteller gibt die zu prüfende Einheit eindeutig an.

^a Bei Prüflingen mit einer Masse von 7 kg oder mehr muss die Prüfung mit dem vom Hersteller angegebenen Boden nach unten durchgeführt werden.

7.2.3.2 Vollständige Fallprüfung (Zelle oder Zellblock und Batteriesystem)

Diese Prüfung wird angewandt, wenn die Masse der Prüfeinheit kleiner als 20 kg ist.

a) Anforderungen

Das Fallenlassen der Prüfeinheit darf weder einen Brand noch eine Explosion verursachen.

b) Prüfung

Jede vollgeladene Prüfeinheit wird dreimal aus einer Höhe, die in [Tabelle 2](#) angegeben ist, auf einen ebenen Beton- oder Metallboden fallen gelassen.

Beträgt die Masse der Prüfeinheit weniger als 7 kg, dann wird die Prüfeinheit so fallen gelassen, dass Aufschläge in zufälligen Ausrichtungen erzielt werden. Beträgt die Masse der Prüfeinheit 7 kg oder mehr und weniger als 20 kg, dann muss die Prüfung so durchgeführt werden, dass die Prüfeinheit mit dem Boden nach unten fallen gelassen wird. Die Bodenfläche der Prüfeinheit wird vom Hersteller festgelegt.

Nach der Prüfung müssen die Prüfeinheiten für mindestens 1 h ruhen gelassen und dann einer Sichtprüfung unterzogen werden.

Im Falle eines Metallbodens sollte ein externer Kurzschluss der Zelle oder des Zellenblocks und des Batteriesystems mit dem Boden durch geeignete Maßnahmen verhindert werden.

c) Annahmekriterien

Kein Brand, keine Explosion.

7.2.3.3 Kanten-und-Ecken-Fallprüfung (Zelle oder Zellblock und Batteriesystem)

Diese Prüfung wird angewandt, wenn die Masse der Prüfeinheit 20 kg oder mehr beträgt.

a) Anforderungen

Das Fallenlassen der Prüfeinheit darf weder einen Brand noch eine Explosion verursachen.

b) Prüfung

Jede vollgeladene Prüfeinheit wird zwei Mal aus einer Höhe, die in [Tabelle 2](#) angegeben ist, auf einen flachen Beton- oder Metallboden fallen gelassen. Die Bedingungen für die Fallprüfung, mit den in [Bild 2](#), [Bild 3](#) und [Bild 4](#) gezeigten Prüfanordnungen, müssen reproduzierbare Aufschlagpunkte für den Fallaufschlag der kürzesten Kante und die auftreffende Ecke sicherstellen. Die zwei Aufschlagpunkte müssen je Aufschlagtyp an derselben Ecke und auf derselben kürzesten Kante sein. Beim Ecken- und Kanten-Fall muss die Prüfeinheit so ausgerichtet sein, dass eine Gerade, die durch die zu treffende Ecke/Kante und das geometrische Zentrum der Prüfeinheit geht, etwa senkrecht zur Aufschlagoberfläche verläuft. Nach der Prüfung müssen die Prüfeinheiten für mindestens 1 h ruhen gelassen und dann einer Sichtprüfung unterzogen werden.

Im Falle eines Metallbodens sollte ein externer Kurzschluss der Zelle oder des Zellenblocks und des Batteriesystems mit dem Boden durch geeignete Maßnahmen verhindert werden

c) Annahmekriterien

Kein Brand, keine Explosion

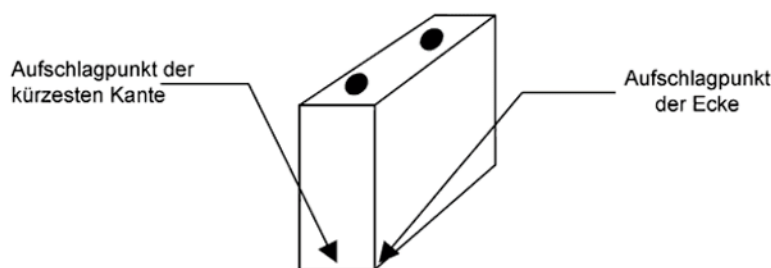


Bild 2 – Aufschlagstelle

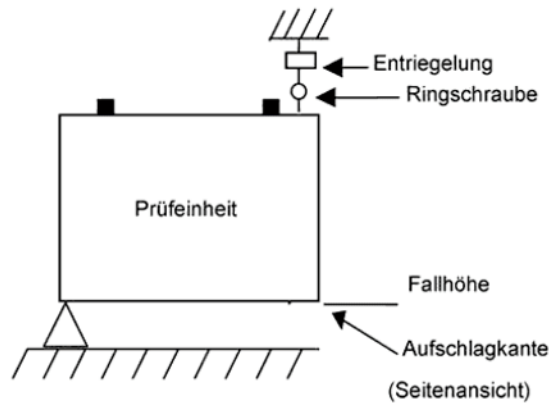
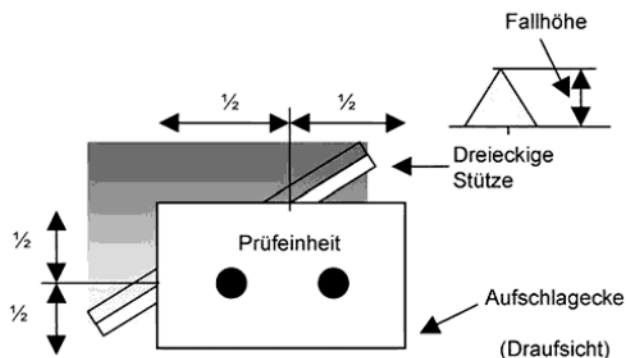


Bild 3 – Konfiguration für die Fallprüfung auf die kürzeste Kante



Kleinere Einheiten können aus der Hand fallen gelassen werden. Wird eine Hebevorrichtung mit Freigabeeinrichtung genutzt, sollte sie beim Freigeben keine Drehkräfte oder seitlichen Kräfte an die Einheit weitergeben.

Bild 4 – Konfiguration für die Fallprüfung auf die Ecke

7.2.4 Thermische Fehlbehandlungsprüfung (Zelle oder Zellblock)

a) Anforderungen

Eine erhöhte Temperatureinwirkung darf weder einen Brand noch eine Explosion verursachen.

b) Prüfung

Jede vollgeladene Zelle, die bei einer Umgebungstemperatur von $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ stabilisiert wurde, ist in einen Wärmeschrank mit Schwerkraft- oder Zwangs-Luftumwälzung zu stellen.

Die Temperatur des Wärmeschanks wird mit einer Änderungsgeschwindigkeit von $5\text{ °C/min} \pm 2\text{ °C/min}$ auf einen Wert von $85\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ erhöht.

Bevor die Prüfung beendet wird, verbleibt die Zelle für 3 h bei dieser Temperatur.

c) Annahmekriterien

Kein Brand, keine Explosion.

7.2.5 Überladungsprüfung (Zelle oder Zellblock)

Diese Prüfung muss mit den Batteriesystemen durchgeführt werden, die nur mit einer einzelnen Regelung oder Schutzeinrichtung für die Ladespannungsregelung ausgerüstet sind. Bei Batteriesystemen, die mit zwei oder mehr unabhängigen Schutzeinrichtungen für die Regelung der Ladespannung ausgerüstet sind, kann auf diese Prüfung verzichtet werden.

Ein Beispiel für zwei oder mehr unabhängige Schutzvorrichtungen oder Regelungen ist das Folgende:

- Eine Messeinrichtung, um die Spannung jeder Zelle eines Batteriesystems zu überwachen, mit einer Funktion zur Regelung des Ladestroms, um zu verhindern, dass die höchste Spannung der Zelle den oberen Grenzwert der Ladespannung überschreitet.
- und

- Ein diagnostisches Überwachungssystem, das den Ausfall der Zellspannungsüberwachungseinrichtung erkennt und das Laden abbricht. Ein diagnostisches Überwachungssystem kann zum Beispiel durch den Vergleich der direkt gemessenen gesamten Batteriesystemspannung, mit der aus den einzelnen Zellspannungen berechneten Spannungssumme realisiert werden.

a) Anforderungen

Das Laden über längere Zeit als vom Zellenhersteller festgelegt darf keinen Brand und keine Explosion verursachen.

b) Prüfung

Die Prüfung muss bei einer Umgebungstemperatur von $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ durchgeführt werden. Jede zu prüfende Zelle muss mit einem konstanten Strom von $0,2\text{ }I_t\text{ A}$ bis zu einer vom Hersteller angegebenen Entladeschlussspannung entladen werden. Die Probezellen müssen dann mit einem konstanten Strom, der dem größten festgelegten Ladestrom des Batteriesystems entspricht, geladen werden, bis die Spannung den größten Spannungswert erreicht, der unter der Bedingung möglich ist, dass die ursprüngliche Laderegulation nicht funktioniert. Das Laden wird dann abgebrochen. Spannung und Temperatur sollten während der Prüfung überwacht werden.

Für das Batteriesystem mit parallel geschalteten Einzelzellen wird ein Wert des Zellenladestroms verwendet, der sich aus der Division des höchsten Ladestroms des Batteriesystems durch die Anzahl der parallelen Zellen ergibt.

ANMERKUNG Der hier beschriebene "höchste Ladestrom des Batteriesystems" unterscheidet sich von "Der höchste Ladestrom der Einzelzelle" nach 3.21.

Die Prüfung muss fortgeführt werden, bis die Temperatur der Zelloberfläche den stationären Zustand erreicht (weniger als 10 °C Änderung innerhalb von 30 Minuten) oder wieder zur Umgebungstemperatur zurückkehrt.

c) Annahmekriterien

Kein Brand, keine Explosion.

7.2.6 Erzwungene Entladungsprüfung (Zelle oder Zellblock)

a) Anforderungen

Eine Zelle in einem Batteriesystem muss einer erzwungenen Entladung standhalten, ohne einen Brand oder eine Explosion zu verursachen.

b) Prüfung

Die Prüfung muss bei einer Umgebungstemperatur von $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ durchgeführt werden. Jede zu prüfende Zelle muss mit einem konstanten Strom von $0,2\text{ }I_t\text{ A}$ bis zu einer vom Hersteller angegebenen Entladeschlussspannung entladen werden. Eine entladene Zelle wird einer erzwungenen Entladung mit einem konstanten Strom von $1,0\text{ }I_t\text{ A}$ über eine Prüfdauer von 90 min ausgesetzt. Nach der Prüfdauer muss eine Sichtprüfung durchgeführt werden.

Erreicht die Entladespannung die nachfolgend angegebene Zielspannung innerhalb der Prüfdauer, muss die Spannung für die restliche Prüfdauer durch Verringerung des Stromes bei der Zielspannung gehalten werden. Die Zielspannung wird wie folgt bestimmt:

- i) Wenn das Batteriesystem mit zwei oder mehr unabhängigen Schutzeinrichtungen oder Regelungen zur Entladespannungsregelung ausgerüstet ist oder das Batteriesystem mit nur einer Zelle oder einem Zellblock ausgestattet ist:

Zielspannung = – (oberer Grenzwert der Ladespannung der Zelle)

- ii) Wenn das Batteriesystem mit nur einer oder keiner Schutzeinrichtung oder Regelung zur Entladespannungsregelung ausgerüstet ist:

Zielspannung = – [oberer Grenzwert der Ladespannung der Zelle $\times (n-1)$].

Dabei ist n die Anzahl der Zellen, die im Batteriesystem in Reihe verbunden sind.

Ist der höchste Entladestrom der Zelle kleiner als $1,0\text{ }I_t\text{ A}$, so ist ein entgegengesetzter Ladevorgang mit dem Strom für die unten angegebene Prüfdauer durchzuführen:

$$t = \frac{1I_t}{I_m} \times 90$$

Dabei ist

t die Prüfdauer (min);

I_m der höchste Entladestrom der Zelle (A).

ANMERKUNG Ein Beispiel für zwei oder mehr unabhängige Schutzvorrichtungen oder Regelungen ist das Folgende:

Eine Messeinrichtung, um die Spannung jeder Zelle eines Batteriesystems zu überwachen, und eine Funktion zum Abbrechen des Entladevorgangs, wenn wenigstens eine Zellspannung die Abschaltspannung oder den unteren Grenzwert der Entladespannung erreicht.

und

Ein diagnostisches Überwachungssystem, das den Ausfall der Zellspannungsüberwachungseinrichtung erkennt und den Entladestromkreis öffnet. Ein diagnostisches Überwachungssystem kann zum Beispiel durch den Vergleich der direkt gemessenen gesamten Batteriesystemspannung, mit der aus den einzelnen Zellspannungen berechneten Spannungssumme realisiert werden.

c) Annahmekriterien

Kein Brand, keine Explosion.

7.3 Betrachtung des inneren Kurzschlusses – Bewertung des Entwurfs

7.3.1 Allgemeines

Zweck der Prüfung ist es zu ermitteln, dass ein innerer Kurzschluss innerhalb einer Zelle nicht zu einem Brand des gesamten Batteriesystems oder zu einer Brandausbreitung außerhalb des Batteriesystems führt. Dies muss entweder auf Ebene der Zelle nach 7.3.2 Innere Kurzschlussprüfung oder auf Ebene des Batteriesystems nach 7.3.3 Ausbreitungsprüfung gezeigt werden.

7.3.2 Innere Kurzschlussprüfung (Zelle)

a) Anforderung

Eine Prüfung mit erzwungenem innerem Kurzschluss für zylindrische und quaderförmige Zellen darf keinen Brand verursachen. Die Zellenhersteller müssen sicherstellen, dass sie die Anforderungen erfüllen. Eine Bewertung einer neu entworfenen Zelle muss vom Zellenhersteller durchgeführt werden, nachdem die Prüfung vom Zellenhersteller oder einer unabhängigen Prüfstelle durchgeführt wurde.

b) Prüfung

Siehe IEC 62133:2012, 8.3.9 für das Prüfverfahren ausschließlich der Prüftemperatur. Alle Prüfungen sind bei einer Umgebungstemperatur von $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ durchzuführen.

Das Verfahren zur Probenvorbereitung darf gegenüber der in IEC 62133 dargelegten Vorgehensweise geändert werden, bevor der letztendliche Pressvorgang mit dem entsprechenden Ladeverfahren nach IEC 62133:2012, 8.3.9, durchgeführt wird. Zum Beispiel:

- das Nickelteilchen kann in ein entladenes Elektrodenelement eingebracht werden, das dann geladen wird; oder
- das Nickelteilchen kann vor der Elektrolyt-Befüllung in das Elektrodenelement eingebracht werden, das dann zusammengebaut, mit Elektrolyt gefüllt und geladen werden kann. Bei diesen Zusammenbauten kann ein Polyethylenbehälter und/oder ein mit Aluminium laminiertes Behälter anstelle des Metallgehäuses der tatsächlichen Zelle verwendet werden.

Im Fall einer quaderförmigen Zelle mit gestapeltem oder gefaltetem Elektrodenelement sollte das Nickelteilchen mittig zwischen die Enden des positiven und negativen Elektrodenpaares eingebracht werden und der höchste Pressdruck beträgt 400 N.

Um zu beurteilen, dass ein innerer Kurzschluss zwischen den positiven und negativen Elektroden oder dem Substrat aufgetreten ist, ist ein Spannungsfall von weniger als 50 mV zulässig, falls ein hochgenaues Spannungsmessgerät mit ausreichender Genauigkeit für die Messung des Spannungsabfalls verwendet wird und der tatsächliche Ort des Kurzschlusses durch Inspektion der inneren Kurzschlussposition an der Probe nach der Prüfung bestätigt werden kann.

Der angewandte Druck und das Spannungsverhalten müssen aufgezeichnet werden; das Aussehen der Kurzschlussposition muss durch ein Foto oder andere Mittel aufgezeichnet werden.

c) Annahmekriterien

Kein Brand.

7.3.3 Ausbreitungsprüfung (Batteriesystem)

a) Anforderung

Diese Prüfung bewertet die Fähigkeit eines Batteriesystems, dem Auftreten eines Ereignisses von thermischem Durchgehen einer einzelnen Zelle zu widerstehen, so dass das Auftreten eines solchen Ereignisses keinen Brand im Batteriesystem verursacht.

b) Prüfung

Das Batteriesystem wird vollgeladen und dann bis zur Stabilisierung der Zellen bei einer Umgebungstemperatur von $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ belassen. Eine Zelle im Batteriesystem (nachfolgend Triggerzelle genannt) wird per Laser erwärmt, bis die Zelle thermisch durchzugehen beginnt. Nachdem das thermische Durchgehen in der Zelle eingeleitet wurde, wird der Laser abgeschaltet und das Batteriesystem wird für eine Stunde beobachtet. Siehe [Anhang B](#) für ein Beispiel für ein Prüfverfahren mit Laser.

Andere Methoden als der Laser zum Einleiten eines thermischen Durchgehens in einer Zelle sind zulässig. Siehe [Anhang C](#).

Das Batteriesystem kann modifiziert werden, um einen Laserstrahl zur Triggerzelle zu leiten. Die Modifikation sollte minimiert werden und darf die thermischen Eigenschaften des Batteriesystems nicht beeinträchtigen.

Das Verfahren, das zur Erzeugung eines thermischen Durchgehens in der Triggerzelle verwendet wurde, muss im Prüfbericht beschrieben werden.

c) Annahmekriterien

Kein äußerer Brand aus dem Batteriesystem oder kein Batteriesystemgehäusebruch.

Wenn das Batteriesystem keine äußere Umhüllung besitzt, muss der Hersteller eine Fläche für den Brandschutz festlegen.

Da das erste thermische Durchgehen absichtlich für den Prüfzweck als Auslöser herbeigeführt wurde, ist ein Brand, der durch die Triggerzelle verursacht wurde, akzeptabel.

8 Sicherheit von Batteriesystemen (unter Berücksichtigung der funktionalen Sicherheit)

8.1 Allgemeine Anforderungen

Das Vertrauen auf elektrische, elektronische und Softwaresteuerungen und Batteriesystemen für kritische Sicherheit muss einer Analyse zur funktionalen Sicherheit unterzogen werden.

IEC 61508 (alle Teile), [Anhang H](#) von [IEC 60730-1:2013](#) oder andere passende Normen zur funktionalen Sicherheit von Geräten dürfen als Bezugsschriftstücke verwendet werden.

Es muss eine Prozessgefährdungsanalyse durchgeführt werden und der Zellherstellungsprozess sowie das Batteriesystem müssen mit Nachweisen kontrolliert werden. Der Hersteller sollte über eine Möglichkeit verfügen, den Herstellungsprozess in Bezug auf die Sicherheitsgefährdung des Prozesses zu kontrollieren. Die Risikobewertung und -begrenzung des Batteriesystems muss durch die Batteriesystemhersteller (z. B. FTA, FMEA) erfolgen. Dieser Prozess sollte in Zusammenarbeit mit dem Anwendungsinhaber durchgeführt werden, um das Spektrum der Risiken vollständig abzudecken.

Eine Anleitung zu Sicherheitsanalyseverfahren wie zum Beispiel FMEA und FTA kann in Dokumenten wie IEC 60812, IEC 61025 usw. gefunden werden.

Das Verfahren ist wie folgt:

- a) Gefährdungsanalyse;
- b) Risikobewertung;
- c) Zielwert des Sicherheits-Integritätslevels (SIL).

Beispiele für Gefährdungen oder Risiken sind wie folgt: EMV, elektrischer Schlag, Gefahrenquellen an elektrischen Schnittstellen, bewegliche Teile, Eindringen von Wasser, äußerer Kurzschluss, innerer Kurzschluss, Überladung, Überhitzung, Herunterfallen, Zerdrücken, Tiefentladung, Entladung mit Überstrom,

Laden nach einer Tiefentladung, Elektrolyt-Undichtheit, Entzündung von austretendem Gas, Brand, Erdbeben, seismische Flutwelle usw.

8.2 Batteriemanagementsystem (oder Batteriemanagementeinheit)

8.2.1 Anforderungen an das BMS

Das BMS bewertet den Zustand der Zellen und Batteriesysteme und es hält die Zellen und Batteriesystemen innerhalb des festgelegten Zellenbetriebsbereichs. Das BMS muss nach dem Zielwert des Sicherheits-Integritätslevels (SIL), der in 8.1 c) festgelegt ist, konstruiert sein. Schlüsselfaktoren des Zellenbetriebsbereichs sind Spannung, Temperatur und Strom. (Siehe Bild A.1)

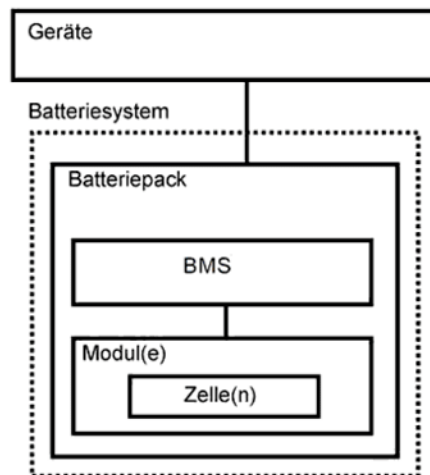
Um die Laderegelung, die die Sicherheit beeinflusst, zu bewerten, müssen die Hersteller von Batteriesystem die in 8.2.2 bis 8.2.4 aufgeführten Prüfungen durchführen.

Falls für die Konstruktion anwendbar, enthält das Batteriesystem bei diesen Prüfungen ebenfalls die BMS Funktion auf Geräteseite.

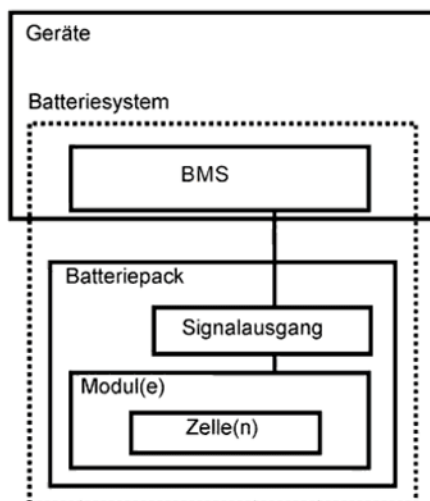
ANMERKUNG 1 Die Funktion des BMS kann dem Batteriepack oder Geräten, die das Batteriesystem verwenden, übertragen werden. Siehe Bild 5.

ANMERKUNG 2 Das BMS kann geteilt werden und kann sich teilweise im Batteriepack und teilweise im Gerät befinden, das das Batteriesystem verwendet. Siehe Bild 5.

ANMERKUNG 3 Das BMS wird manchmal als BMU (Batteriemanagementeinheit) bezeichnet.



a) Alle Funktionen des BMS befinden sich im Batteriepack



b) BMS-Funktionen sind aufgeteilt zwischen Batteriepack- und Geräteseite